De Ingenieur

WEEKBLAD GEWIJD AAN DE TECHNIEK EN AANVERWANTE WETENSCHAPPEN

UIT DE INHOUD

ALGEMEEN GEDEELTE 28:

„Techni-Show" te Rotterdam, door prof. ir R. van Hasselt.

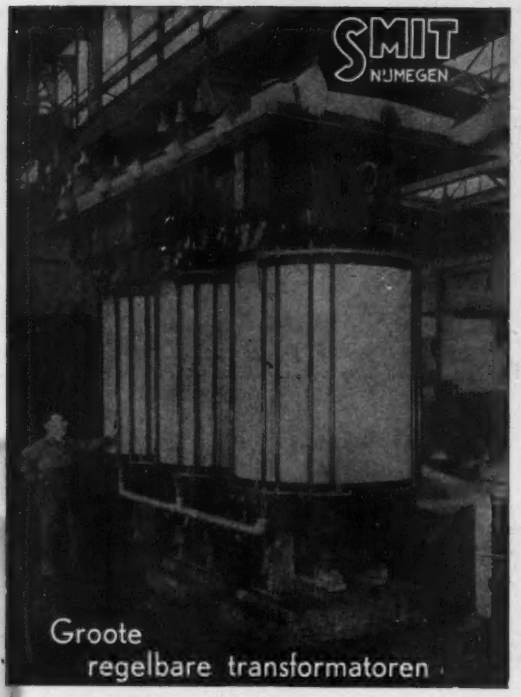
BOUW- EN WATERBOUWKUNDE 11:

Berekening van de membraanspanningen in doorgaande verstijfde cylindrische schalen van willekeurige vorm, door ir F. A. Vreede.

LUCHTVAARTTECHNIEK 5:

Elementaire beschouwingen over ééndimensionale stromingstoestanden van samendrukbare media, door dr J. H. Greidanus.

Ingenieur • Jaargang 63 • No. 28 A 319-326; B 89-96; L 39-48 's-Gravenhage, 13 Juli 1951



Groote
regelbare transformatoren

GIESSEN-WERKTUIGEN

KRIMPEN

*

KRANEN

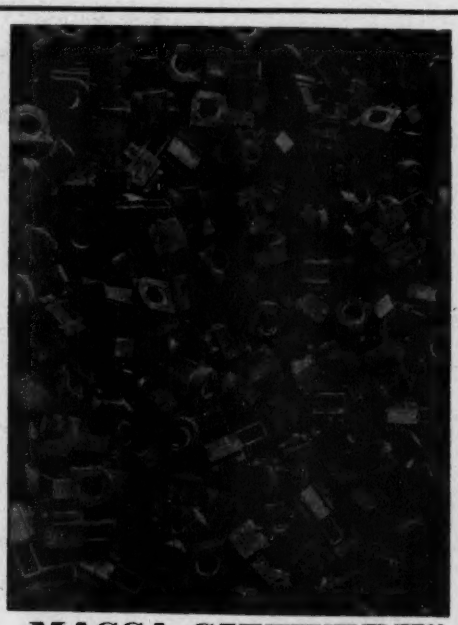
CALTEX

SMEERMIDDELEN

VOOR ELK

DOEL

Besparen U geld !



„MASSA-GIETWERK"

Bakker & Co. - Ridderkerk

Staalgieterij & Machinefabriek

de verkeerde manier

de Stelcon manier - sterke, vlakke, vlakblijvende vloeren

Hoe kan een vloer bijdragen tot productieverhoging? Op vele manieren, mits het een Stelconvloer is! Een Stelconvloer als basis van het bedrijf doet de prestaties stijgen, de bedrijfskosten dalen, het productieproces verloopt zonder horten of stoten en de bedrijfshygiëne neemt toe. (Stelconvloeren zijn stofvrij). In elk bedrijf waar vlug en vlot transport van essentieel belang is voor de productie, zijn Stelconvloeren ideaal. Stelconvloeren zijn economisch, zij blijven hun waarde behouden. Ze zijn gemaakt van beton van hoge kwaliteit, met een versterkte slijtlaag in diverse samenstellingen. Ze slijten niet, ze scheuren niet en brokkelen niet af. Ze zijn hecht van samenstelling en leveren absoluut vlakke vloeren van grote sterkte, die bestand zijn tegen intensief verkeer door de tijden heen.

Nederland
N.V. Betonfabriek „de Meteoor" de Steeg
Tel.: Velp K 8302-3344

België:
S.A. Raymond Delever - Brussel

Caraïbisch gebied:
Curaçao Trading Company S.A. - Willemstad (Curaçao)

Denemarken:
Højgaard & Schultz A/S - Evaldsgade 9 Kopenhagen

Duitsland:
Fritz Ebaner - Essen

Engeland:
Stelcon Ltd. - Londen

Frankrijk:
S.A. Chapsol - Parijs

Indonesië:
Koopman & Co. - Djakarta

Zwitserland:
Fa. Richner & Cie - Zürich

Stelcon Pantsertegels 30 x 30 x 3 cm. (in specie op onderlaag) in een industrie.

Stelcon Pantserplaten 200 x 200 x 10 cm. in zand als havenkadebevloering.

Export naar alle delen der wereld — **Stelcon** bedrijfsvloeren

N

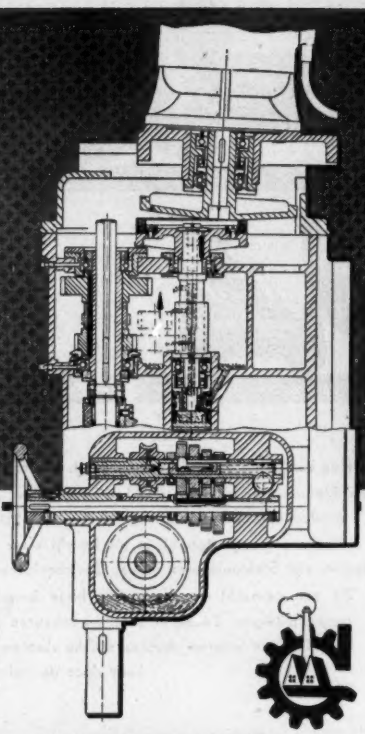
Z

N.V. Betonfabriek „De Meteoor" De Steeg

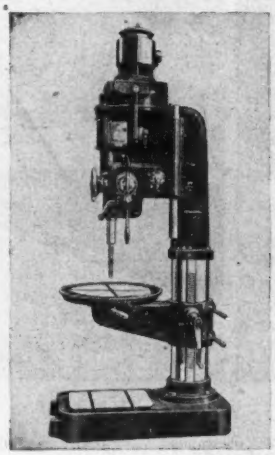
Verenigde West-Duitse Boormachine-fabrieken

WEBO

snelboormachines



Snelboormachines met de bekende en beproefde „VARIA" traploze regeling van de spilsnelheid, waardoor de snelheid tijdens 't boren altijd onmiddellijk aan de omstandigheden kan worden aangepast.



WEBO's zijn echte productiemachines. Zij zijn mechanisch en electrisch beveiligd tegen overbelasting. Tafel en spilkast zijn verticaal verstelbaar. WEBO levert kolomboormachines van 0.2 tot 80 mm boorcapaciteit en radiaalboormachines van 25 mm - 60 mm, met uitladingen tot 2000 mm.

Type	V 4	V 5	V 6	V 7
Capaciteit in St. 60	20 mm	30 mm	40 mm	60 mm
Normale toerentallen	210-1420	140-1200	120-1110	55-820
Motorvermogen	2 pk	2½ pk	3 pk	5½ pk

Gosselaar levert ~~machines~~ winst

Gosselaar's

INDUSTRIE EN HANDELSONDERNEMING

Plantage Doklaan 1-3, Amsterdam
Telefoon 51971-56466-58311

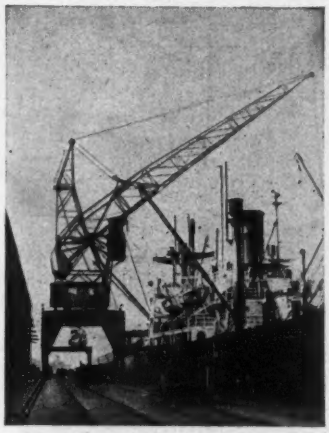
1030

FLENDER TANDWIEL KASTEN

Onze seriefabricatie bij de bouw van tandwielkasten strekt zich uit over tandwielkasten met één-, twee- en drie trappen, welke een overbrengingsverhouding tot 200 : 1 bereiken, of haakse tandwielkasten met één, twee en drie trappen, welke een overbrengingsverhouding tot 700 : 1 toelaten. Bovendien vervaardigen wij wormwiel- en speciale kasten voor alle vermogens en doeleinden. FLENDER-tandwielkasten waarborgen absolute bedrijfszekerheid bij grootste economie.

Mulder

VOOR AANDRIJVING INGENIEURSBUREAU · DEN HAAG
BEZUIDENHOUT 217 · TEL. 720784



HAVENWIPKRANEN
FIGEE - HAARLEM

Van Sluis tot den Helder, van Beerta tot Eijsden werd door het IBB in ca. 100 gemeenten gebouwd.

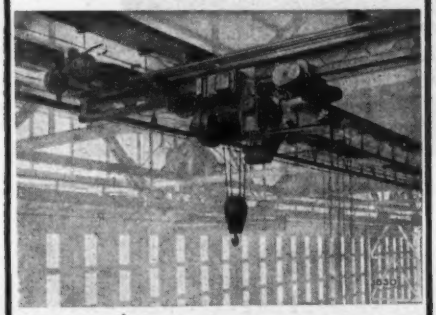
IBB

n.v. Ingenieurs-Bureau voor **Bouwnijverheid**
Oegstgeest tel. Leiden 20341 (3 lijnen)

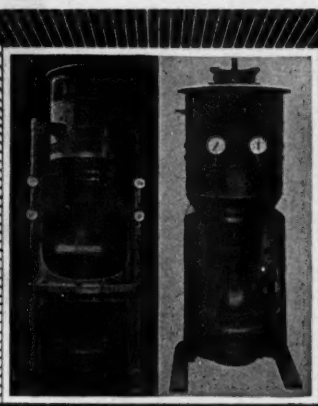
Aannemingsmaatschappij voor bouw- en gewapendbetonwerken
Eigen constructie-bureau voor sterkteberekeningen

Jaffa

Hef- en Transportinrichtingen
Havenkranen - Loopkranen - Hellingkranen
Conveyors - Transportbanden
•
Electrotakels



N.V. MACHINEFABRIEK
:Jaffa:
UTRECHT



SCHEEPS-CENTRIFUGAALPOMPEN
worden met ervaren inzicht geconstr. door:
BEGEMANN-HELMOND

DE INGENIEUR

WEEKBLAD GEWIJD AAN DE TECHNIEK EN DE ECONOMIE VAN OPENBARE WERKEN EN NIJVERHEID
ORGAAN VAN HET KONINKLIJK INSTITUUT VAN INGENIEURS
EN VAN DE VERENIGING VAN DELFTSE INGENIEURS

COMMISSIE VAN TOEZICHT: Jhr ir O. C. A. VAN LIDTH DE JEUDE / ir H. J. F. ECKENHUIJSEN SMIT, Secr. / Prof. ir C. M. VAN WIJNGAARDEN.
VERANTWOORDELIJK HOOFDREDACTEUR: Ir H. SANGSTER. PLAATSVERVANGEND HOOFDREDACTEUR: Ir J. VON KÖNIGSLÖW
REDACTIE-ADRES (Tevens voor adreswijzigingen): PRINSESSEGRACHT 23 / 's-GRAVENHAGE / TELEFOON 117692
Het K.I.v.I. en de V.v.D.I. stellen zich niet verantwoordelijk voor de denkbeelden in de onderscheiden bijdragen ontwikkeld
Abonnementen en advertentiën: N.V. A. OOSTHOEK'S UITG. MIJ. DOMSTRAAT 1-3, UTRECHT, TELEFOON 19547. Giro 35973
Abonnementsprijs f 36,- p.j. / Buitenland f 39,25 Losse nrs. f 1,- Advertenties f 0,46 per mm per kolom van ¼ der pag. breedte / Contract Speciaal Tarief.

A. ALGEMEEN GEDEELTE 28.

„Techni Show" te Rotterdam

De „Stichting Technisch Centrum", ontstaan door samenwerking van de verenigingen van handelaren op het gebied van hout- en metaalbewerking, heeft een grote tentoonstelling, de „Techni Show", georganiseerd in de Ahoyhallen te Rotterdam van 30 Mei tot 9 Juni.

Men is er toe overgegaan, los van de Jaarbeurs in Utrecht deze tentoonstelling te organiseren, omdat de Jaarbeurs te vol werd en te vaak werd gehouden. Voor metaalbewerkend Nederland is dit een geweldige verbetering. Bovendien hebben de initiatiefnemers een serie lezingen en filmvoorstellingen georganiseerd, die aan het geheel groter aantrekkingskracht verleenden. Men heeft daardoor een centrum geschapen, waar op het gebied van de hout- en metaalbewerking een maximum van informatie was te krijgen. Deze combinatie is een unieke gelegenheid om technische kennis op te doen en te vergroten. Daarmede vervult zo'n geheel een belangrijke functie in de technische ontwikkeling van onze industrie. Waar kan men elders in Nederland zoveel moderne machines met deskundige voorlichting in bedrijf zien?

De uitwisseling van ervaring tussen de technici uit de bedrijven werd nog bevorderd doordat verschillende congresdagen telkens aan één bepaald onderwerp waren gewijd.

Het belang van deze gebeurtenis gaat dan ook uit boven de kring van de direct belanghebbenden, omdat hier een voorbeeld is gegeven van wat door samenwerking, durf en ondernemingslust ten bate van de Nederlandse industrie kan worden bereikt.

Algemene ontwikkeling van de gereedschapswerktuigen

Bij de bespreking van het tentoongestelde is een grote beperking uiteraard geboden. Hier zal slechts worden gepoogd om een overzicht te geven van de ontwikkeling op het gebied van de metaalbewerking. Voor meer details worde verwezen naar de artikelen, die over de Techni Show '51 reeds vooraf zijn verschenen, (o.a. in *Metaalbewerking* nr 24 en 25 van 25-5-'51 en van 4-6-'51; *Polytechnisch tijdschrift* van 29-5-'51 en *Metalen* van 28-5-'51) en vanzelfsprekend naar de gegevens, die de handel verstrekt.

De behoefte aan grotere snelheden en vermogens om het hardmetaal beter te kunnen gebruiken blijkt uit de constructie van verscheidene banken. De copieerdraaibank van HEID (Imprimex) met een draaidiameter over de slede van 220 mm kan bij een hoogste toerental van 2500 omw./min. met een motor van 15 pk worden voorzien. De copieerdraaibank van GEORG FISCHER (Bienfait) heeft een motor van 20 pk bij een draaidiameter van 225 mm en een max. toerental van 1800.

De traploze regeling van het toerental heeft wederom terrein gewonnen. Daarbij vertoont de electronische regeling een veelbelovende ontwikkeling, al was van dit type slechts een enkele uitvoering aanwezig.

De voorkeuze van snelheden schijnt in de mode. Verscheidene machines zijn hiermee uitgerust, b.v. radiaalboormachines van KOLB (Stokvis) en RABOMA (André de la Porte), productiedraaibanken van HASSE & WREDE (Laagland), draaibanken van SIDNEY (André de la Porte) en van de *V.D.F.* (Fijnwerk), revolverbanken van BITTLER (VIBA) en HERBERT (Landré en Glinderman). Toch lijkt het de vraag, of deze constructies steeds op de juiste wijze zijn uitgevoerd. Wanneer men, zoals bij de reeds oude Herbertconstructie, tijdens het lopen van de bank de nieuwe snelheid met een enkele hefboom snel kan inschakelen, dan zal de mogelijkheid tot tijdsbesparing vaak aanwezig zijn. Bij sommige nieuwe constructies echter is het noodzakelijk, dat de spil eerst vrijwel tot stilstand komt. Dan zou men terdege moeten nagaan, of de duurdere constructie wel opweegt tegen eventuele tijdwinst. Bij de hoge toerentallen, die tegenwoordig worden gebruikt, lijkt het van meer belang, dat kan worden geschakeld, zonder de spil af te remmen. Dergelijke constructies ziet men op revolver- en productiebanken met succes toegepast.

Vereenvoudiging van de bediening vindt men ook bij de kleine „Hestika" revolverbank (Gosselaar), waarbij achtereenvolgens de tangenspanning, twee verschillende toerentallen en een terugloop met een enkele hefboom worden geschakeld.

De aanzetbewegingen zijn steeds meer voorzien van snelgangen, aanslagen en duidelijke, grote afleesschalen.

De „Optimetris" van KEARNS (Esmeijer) heeft een optische aflezing van de verticale spilslede en van de dwarsbeweging van de tafel. Een duidelijke projectie van een schaal met een nonius op een matglazen scherm, waarvan de nauwkeurigheid niet door slijtage kan worden beïnvloed, geeft de verplaatsing tot op $\pm$ 0,05 mm.

Op een groot aantal draaibanken werd gedemonstreerd met een copieerapparaat. Sommige van deze copieerapparaten werken hydraulisch met schuinstaande slede, hetgeen uiteraard beperkingen oplegt aan de te copiëren vorm. Dit is niet het geval bij het copieerapparaat van HEID (Imprimex), dat langs electrische weg, zowel in dwars- als in langsrichting kan werken.

Spangereedschap

Het merkwaardige verschijnsel doet zich voor, dat op het gebied van de spanmethoden nog allerlei nieuwigheden optreden. Blijkbaar is het mogelijk ogenschijnlijk eenvoudige onderdelen nog aanzienlijk te verbeteren. Wat zijn er toch nog veel mogelijkheden voor de toepassing van menselijk vernuft op allerlei kleine onderdelen, en wat een breed terrein biedt het vaak zo verwaarloosde gebied van het spangereedschap daarvoor.

Men kan bv. bussen, die van binnen zijn bewerkt, of tandwielen, waarvan het gat al op maat is, spannen op een cylindrische holle spandoorn, die hydraulisch (Reinhardt) of door middel van een plastic een weinig wordt uitgezet. Er bestaat ook een systeem van verende conische schijfjes, die voor allerlei spandoeleinden worden gebruikt. De spandoorn van STIEBER (Gosselaar) zet door middel van rollen op een flauw conische pen een dunne cylindrische bus alzijdig uit.

Voor de spantangen is het gebruik van rubber als verend materiaal, o.a. in de „Jacobs" spantang (van Duyl) een grote stap vooruit, omdat hierdoor het spanbereik van een enkele tang verveelvoudigd wordt.

De moeilijkheden om freespennen en kotterbaren met metrische conus uit de spantang te verwijderen is door DROOP und REIN (Gosselaar) op hun kotterbank met behulp van een soort kniehefboomgewricht overwonnen.

Verder moet worden genoemd de spankop van BILZ (Klein) met overbelastingskoppeling, waarmee zowel vierkante als driekante schachten kunnen worden gespannen.

Kleine hulpmiddelen

Enkele kleine bijzondere apparaten trokken de aandacht. Het merken met behulp van een zandstraal, afgeschermd door een rubber matrijs, werd in de „Sand-jet" (Stokvis) gedemonstreerd.

Met het „Armag"apparaat (Stokvis) werden vierkante en zeskante gaten op de draaibank gemaakt. Dit apparaat, dat al voor kleinere aantallen stuks bruikbaar is, kan bv. voor reparatie-doeleinden worden gebruikt.

De „Vibrometer" (Stokvis) demonstreerde meetapparaten voor trillingen, krachten en versnellingen in draaiende voorwerpen, een apparatuur, die voor het mechanisch onderzoekings-laboratorium zeer aantrekkelijk lijkt.

De slijpruimers (Stokvis), die voor een deel de gewone ruimers kunnen vervangen, lijken een verdienstelijke poging om het ruimprobleem op te lossen.

Meetapparaten

De meetapparaten waren helaas over de hele tentoonstelling verspreid, terwijl er toch interessante dingen waren te zien. JOHANSSON (Stokvis) demonstreerde de „Deltameter", een nieuw, snel en automatiseerbaar luchtmeetapparaat van grote nauwkeurigheid. Dezelfde firma maakt een oppervlakte ruwheidsmeter voor de werkplaats, die voor dit doel toch nog tamelijk omslachtig lijkt. De „Minikator" eveneens van JOHANSSON is een miniatuur meetklokje, dat speciaal geschikt is om te gebruiken bij het zeer nauwkeurig uitrichten van gereedschappen of werkstukken (aflezing op 0,001 mm).

De granieten vlakplaat, een kostbaar maar uitstekend uitgangspunt voor nauwkeurige metingen, lijkt voor elke meetkamer aan te bevelen.

Het optische penkaliber „Technice" (Stokvis) stelt ons in staat op eenvoudige wijze de maat van een gat op te meten met een nauwkeurigheid van 0,005 mm.

Er waren verschillende projectoren aanwezig van Engels, Duits, Zweeds en Zwitsers fabrikaat.

Electrische tasterapparaten, voor de nauwkeurigste metingen, die zich verregaand laten mechaniseren, kon men in verschillende uitvoeringen aantreffen. Daarnaast waren ook verschillende optische uitvoeringen voor vergelijkingsmetingen te zien.

Bijzondere machines

Enkele bijzondere machines vragen nog onze aandacht. Bij de draaibanken zijn het niet alleen de vele copieerapparaten, maar het is ook een enkele productie-draaibank die vermelding verdient, b.v. de S.I.M. (Stokvis).

Voor hen, die veel fittingen moeten bewerken of draad moeten snijden in andere werkstukken, moet de aandacht worden gevestigd op de draadsnijhalfautomaat CRIDAN Electromatik (Stokvis); Imprimex, de draaibank met electronische regeling, is het nieuwste op het gebied van de snelheidsvariatie.

Een speciale freesmachine voor het frezen van groevenschijven of -trommels, waarbij de groeven met behulp van een hydraulisch tasterapparaat worden gecopieerd van een plaatmal, werd gedemonstreerd in de *HRF* 500 van de Schweiz Ind. Gesellsch. te Neuhausen (Grevers).

De spiebaan freesmachine van BUSCH (Gosselaar) biedt de mogelijkheid tot een volledig hydraulisch geregelde, automatische cyclus, waarbij de heen- en terugloop langs verschillende banen mogelijk is.

Op de hydraulische Duplex freesautomaat van SAFAG (Driessen) kan men twee werkstukken tegelijk copiëren naar een plaatmal.

De JUNGNER (Koopman) gereedschapslijpmachine is uitgerust met een projector, waardoor het mogelijk is allerlei profielen naar een vergrote tekening te slijpen.

Op de freesmachine *KF* 1 van DECKEL (Pfältzer) kan men vóórfrezen met behulp van een optische taster, waardoor op eenvoudige wijze wordt gezien, of men het profiel wel volgt.

De smeltzaag-machine van LANDSRATH (Laagland) lijkt voor het snel afzagen, ook in verstek, een aanwinst boven de normale zaagmethoden, vooral van wege het geringe gereedschapverbruik.

Een Zweedse forceerbank van ERIK ERIKSON (de Sleutel) demonstreerde de mogelijkheden, die deze bewerking voor zwaardere voorwerpen kan opleveren.

Tenslotte mogen worden vermeld de serie lasmachines van SCHLATTER (Driessen), waarbij door middel van een synchroonmotor de drie fasen evenveel worden belast bij het rolnaad- of puntlassen met korte stroomstoten.

Slot

Het bovenstaande kan slechts een oppervlakkige indruk geven van het vele nieuwe dat werd geboden. Vanzelf-

sprekend waren ook veel goede, vertrouwde fabrikaten aanwezig, die hier buiten beschouwing moesten blijven. De tentoonstelling was zo groot, dat een goed overzicht op zich zelf al moeilijk was. Een systematischer opstelling zou het voor de bezoekers nog prettiger hebben gemaakt. Dit is overigens één van de weinige punten van critiek op deze overigens zo geslaagde onderneming.

Prof. ir R. VAN HASSELT.

BERICHTEN VAN ALLERLEI AARD

Reorganisatie van Ratiobouw

De Stichting Ratiobouw, in 1944 opgericht door het Centraal College van Bedrijfsorganisaties op het gebied van het Bouwwezen en de Algemeen Gemachtigde voor de Bouwnijverheid, zal met ingang van 1 Januari 1952 worden omgezet van overheidsstichting in zelfstandige particuliere stichting.

Het doel van de stichting is en blijft mede te werken aan de vergroting van de doeltreffendheid van het bouwen, in het bijzonder door ruimere toepassing van wetenschappelijk gefundeerde technische en economische methoden en resultaten in het bouwwezen te bevorderen. De aard en uitvoeringswijze der werkzaamheden zullen door de wijziging in status niet worden beinvloed.

De organisatie zal echter nog meer dan tot nu toe aan particuliere opdrachten aandacht besteden.

Ten einde dit zo doeltreffend mogelijk te bereiken, zal zowel de organisatie als de keuze der leidende personen erop gericht zijn samenwerking en coördinatie tot stand te brengen tussen de Stichting Ratiobouw enerzijds en anderzijds: het Ministerie van Wederopbouw en Volkshuisvesting, het Bedrijfsleven, de Stichting Bureau Documentatie Bouwwezen, de Stichting Bouw, de Stichting Bouwcentrum en de Centrale Organisatie voor Toegepast Natuurwetenschappelijk Onderzoek.

Aangezien ir A. O. SCHUIL, wegens zijn benoeming tot Hoofd van de Afdeling Technisch Onderzoek bij de Centrale Directie van de Wederopbouw en de Volkshuisvesting, niet voldoende tijd beschikbaar heeft om als directeur van Ratiobouw de volledige leiding van Ratiobouw in handen te houden, zal de dagelijkse leiding der werkzaamheden berusten bij drie gedelegeerde bestuursleden, met name de heren ir J. VAN ETTINGER, prof. dr ir J. P. MAZURE en ir A. O. SCHUIL, daarbij ter zijde gestaan door twee secretarissen, nl. de heren ir A. LANGEJAN (Ratiobouw, Koninginnegracht 101, 's-Gravenhage) en ir H. VAN BREMEN (Ratiobouw, p.a. Bouwcentrum, Diergaardesingel 75, Rotterdam).

Prijsvraag Afbouw St. Martinustoren te Weert

In vervolg op het bericht in *De Ingenieur* 1951 no. 21 blz. A. 247 ontvingen wij van de secretaris van de Jury een drietal aan hem gerichte vragen met zijn antwoord daarop.

Behalve bij het in genoemd bericht vermelde Weekblad zijn aanvullende tekeningen te verkrijgen bij de secretaris van de Jury. Verder blijkt uit de antwoorden, dat het de bedoeling is, dat het bekroonde ontwerp ook zal worden uitgevoerd doch dat de prijsvraag-uitschrijvers zich het recht voorbehouden een ander ontwerp te doen uitvoeren, onverminderd de aanspraak op schadevergoeding.

Stichting George Montefiore Uitslag 5-jaarlijkse internationale prijsvraag

Deze prijsvraag voor het beste geschrift op het gebied van electriciteit, dat vóór eind 1950 moest worden aangeboden, werd in *De Ingenieur* 1950, n° 9, blz. A. 100, aangekondigd.

Thans is de Jury, waarvan o.a. prof. ir J. C. VAN STAVEREN, deel uitmaakte, op 22 en 23 Juni 1951 bijeengekomen ter beoordeling van de 17 geschriften, die waren aangeboden. Bij wijze van uitzondering was ditmaal, i.p.v. een 5-jarige periode, de periode van 1939 t/m 1950 in aanmerking genomen.

De prijzen werden toegekend aan:

Dr ULRIK KRABBE (Denemarken) voor zijn geschrift: *The Transductor Amplifier*;

Dr MAX HOYAUX (België) voor zijn geschrift: *Théorie de la chute dans l'arc des redresseurs à vapeur de mercure*;

Ir EMILE HERMAN HUBERT (België) voor zijn geschrift: *Contribution théorique et expérimentale aux possibilités d'application du réenclenchement automatique des disjoncteurs* en

Ir RENÉ PELISSIER (Frankrijk) voor zijn geschrift: *La propagation des ondes transitoires et périodiques le long des lignes électriques.*

Constructa Bouwkundige tentoonstelling te Hannover

In de Congreshal van het zeer grote tentoonstellingscomplex worden van 4 Juli—11 Aug. 1951 een honderdtal bijeenkomsten met talrijke voordrachten gehouden.

Vier aanschouwelijk oriënterende zalen beslaan een oppervlakte van 30.000 m². Voor het buitenland is een oppervlakte bestemd van 15.000 m², voor de industrie 25.000 m² met een duizendtal exposanten.

Hoewel de stof zo geconcentreerd mogelijk behandeld werd, was door het groot aantal vraagstukken een omvang, groter dan die van enige voordien gehouden tentoonstelling op dit gebied onvermijdelijk.

Een groot deel van het Duitse volk staat afwijzend tegenover nieuwe wetenschap, vooral wanneer vermoed wordt, dat de politiek er iets mee te maken heeft. Zo identificeert men nog te veel planologie met „Planwirtschaft". De tentoonstelling wil nu de noodzakelijkheid van de voor het land vereiste therapie beter doen doordringen, waartoe ook onderzoek op speciale gebieden nodig is. Zo is aandacht gegeven aan land- en bosbouw, de economie van water en energie, waterwegen en andere verbindingen naar de havens en ook aan de maatregelen, die nodig zullen zijn voor de burgerlijke luchtvaart, zodra deze weer toegestaan zal zijn; tenslotte ook aan het bevolkings- en vluchtelingen-vraagstuk.

In de loop van 20 jaar hoopt men een tekort van 6 millioen woningen aan te vullen, waarvan 2 voor hen, die door bombardementen hun woning verloren, 2 voor hen, die van huis en haard verdreven werden, 1 voor bouwachterstand en 1 voor normale groei.

De grote omvang der vernielingen biedt de mogelijkheid van opbouw op de juiste wijze. Deze vereist dan echter voor één maal bijzondere wetten, ten aanzien waarvan de verschillende landen van de Bond het zo spoedig mogelijk eens moeten worden. De tentoonstelling behandelt thematisch een groot aantal concrete voorbeelden uit 50 steden, bewerkt door 47 der beste specialisten. In het bijzonder is bij de oplossingen gestreefd naar het vormen van wijken rondom een modern stadscentrum. Men is zich ervan bewust, dat fouten in stedebouw practisch onherstelbaar zijn.

Zeer belangwekkend moet zijn het overzicht, dat wordt gegeven over de mogelijkheden van financiering.

Door middel van grote foto's (zonder namen) wordt een overzicht gegeven van de huidige architectonische werkzaamheid. Een ere-tentoonstelling is er van het werk van PETER BEHRENS, HANS POELZIG en HEINRICH TESSERON, wier levenswerk reeds ten einde is.

Geluidsisolatie en geluidsdemping doet men in hun betekenis en mogelijkheden beseffen in een serie verschillend behandelde ruimten met dezelfde lawaai-bron. Het aandeel van verschillende bouwstoffen en onderdelen in de bouwkosten wordt veraanschouwelijkt.

Tenslotte vindt ook de eigenlijke ingenieurs-bouwkunde haar belangrijke plaats op deze tentoonstelling: Hoogbouw, bruggen, wegen, tunnels, enz.

Nieuwe uitgave van The Institution of Electrical Engineers

Naast de delen I, II en III der „Proceedings" van bovengenoemd instituut zal thans minstens éénmaal per jaar een

deel IV verschijnen, van groter direct belang voor de speurwerk-ingenieur dan voor de uitvoerende ingenieur.

Leden van zuster-instituten (waaronder het K.I.v.I.) kunnen zich tegen 7 s. 6 d. p. j. (de helft van de gepubliceerde prijs) op dit deel IV abonneren. Zij ontvangen het ook voor deze prijs, wanneer zij reeds op deel I, II en III geabonneerd zijn, hierbij. Het gezamenlijk abonnement voor de 4 delen bedraagt voor genoemde leden met ingang van 1 Januari 1952 £ 2.10.0 p. j.

De in deel IV op te nemen bijdragen verschijnen ook afzonderlijk. Deze zijn dan echter slechts te bestellen (bij genoemd instituut, Savoy Place, London W.C. 2) tegen de volle geadverteerde prijs van 1 s. 3 d. Het verschijnen dezer afzonderlijke monografieën wordt aangekondigd door middel van een inlegvel in de delen der „Proceedings".

Hoofdcommissie voor de Normalisatie in Nederland

Nieuwe normbladen

Van 19 April tot en met 23 Juni 1951 zijn de volgende normen verschenen:

N betekent: definitieve vorm.
V betekent: ontwerp, waarop critiek wordt verzocht.

621.2 *Electrotechniek.*
V 953 Benaming van electrotechnische artikelen. Verlichtingsarmaturen voor binnenverlichting.

629.13 *Luchtvaart.*
V 1885 Luchtvaart. Droogpatroon voor bougiegat.

637.0/3 *Zuiveltechniek.*
N 1563 Bepaling van het vetgehalte van karnemelk en aangezuurde ondermelk volgens de butyrometrische methode van Gerber.
N 1616 „Berekende gehalte aan totale droge stof" in melk.
N 1672 Korte boterboor.
N 1673 Lange boterboor.
N 1674 Brede kaasboor.

665 *Oliën en vetten.*
V 960 Plantaardige vetten en traan. Keuringseisen en normale waarden voor ruwe oliën.

676 *Papier en karton.*
N 1108 Papieronderzoek. Algemene onderzoekingsvoorwaarden en conditionneren van monsters.
N 1110 Papieronderzoek. Bepaling van de dikte en de opdikkendheid
V 1764 Papieronderzoek. Het onderscheiden van de boven- (vilt-) en onder- (zeef-) zijde van papier.

677 *Textielindustrie.*
V 1660 Hennep garens. Voorkeur-garennummers.
V 1664 Konische kruisspoelhulzen. Helling 3° 30′.
V 1665 Idem. Helling 5° 57′.
V 1666 Idem. Helling 9° 15′.

678 *Rubberindustrie.*
V 1606 Rubber hakken en zoolplaat. Keuringsvoorschriften.

679.5 *Plastische stoffen.*
V 1508 Plastieken. Vervaardiging van proefstukken voor de keuring.

77 *Fotografie en cinematografie.*
V 1663 Fotografie en cinematografie. Filmplaten.

Deze normen zijn verkrijgbaar bij de boekhandel of rechtstreeks bij de Uitgeverij Waltman te Delft.

Studiegroep W. Europese statistici naar de V.S.

Aan de studiereis, welke op 22 Juni 1951 aanving, nemen de heren J. van Smirren en dr O. ten Have, beiden van het C.B.S., deel.

Het doel is, de deelnemers inzicht te verschaffen in de werkwijze bij de industrietellingen in de V.S., in het gebruik, dat van deze wordt gemaakt bij de analyse van het nationale inkomen en in de internationale vergelijkingsmogelijkheden en de standaardisering van bedrijfsstatistieken. Van hun bevindingen zal een rapport worden uitgebracht.

Ook in dit geval verleende de Contactgroep Opvoering Productiviteit haar medewerking voor de Nederlandse deelneming.

Uit persbericht v. h. Min. v. Econ. Zaken.

Uit het buitenland

Voor het ontwerpen van een hangbrug over de 3 km brede straat van Messina is opdracht gegeven aan een Amerikaan. Het ontwerp voorziet in twee overspanningen van 718 m en een middelste overspanning van 1515 m (240 méér dan de middelste overspanning van de Golden Gate Bridge). Naar schatting zal 74.500 t staal voor de torens en de hoofdliggers en 46.500 t voor de kabels nodig zijn; voorts 430.000 t beton. De bouwkosten worden geschat op £ 25 millioen.

Een methode voor massaproductie van holle stalen propellers is ontwikkeld door de Curtiss-Wright Corp. Hierbij worden blokken van chroom-nikkel-molybdeen staal van 180 kg witgloeiend in een 5000 t pers getrokken tot een naadloze buis, waarlangs zich „oren" of kragen uitstrekken. Daarna wordt de top geplet en gesloten. Nadat het stuk oranje-rood verhit is, wordt het snel in een 2000 t hydraulische pers gebracht, terwijl stikstof onder zeer hoge druk in de buis wordt gevoerd. Hierdoor wordt het metaal goed in de vorm gedwongen en tevens schilfering van het inwendige van het holle blad voorkomen.

Een zeer grote supersone windtunnelinstallatie wordt gebouwd door de General Electric. Een luchtstroom met een veelvoud van de geluidssnelheid wordt opgewekt met behulp van 4 motoren, ieder van 45.000 pk, die in tandem op dezelfde drijfas worden gekoppeld. De twee compressoren, die hierdoor worden aangedreven, zullen een doorsnede van ruim 5 m hebben.

Televisie voor gietwerk wordt thans in een fabriek in Pennsylvania toegepast, bij het continu gieten van staalblokken. Tevoren moest zich een man vlak bij de vorm bevinden om degeen, die de oven bediende, op 15 m afstand, te waarschuwen, dat het gietsel *precies* het vereiste niveau bereikt had (hetgeen nodig is voor goede kwaliteit). Een televisieapparaat doet thans dit werk met grotere nauwkeurigheid en zonder risico. Degeen, die de oven bedient, kan thans zelf waarnemen, welk niveau bereikt is.

De toegangsbewijzen van de Parijse Métro moeten thans nog gecontroleerd worden, hetgeen 300.000 à 400.000 frs. p.j. per ingang kost. Deze regeling te vervangen door draaihekjes volgens de Amerikaanse methode, waarin een munt gestoken moet worden om deze, telkens voor één persoon, verder te doen draaien, zou niet zoveel kosten, dat het niet in enkele jaren af te schrijven zou zijn. Een moeilijkheid is de keuze van de te gebruiken munt, omdat de tarieven in Frankrijk voortdurend veranderen (een speciale munt, die dan telkens een ander, en vermoedelijk hoger, bedrag zou kosten, zou wellicht door de mensen worden opgepot). Ook zouden 3000 employé's ontslagen moeten worden. Men wil een tweede korte lijn van Noord naar Zuid aanleggen en bovendien een verbinding tot stand brengen tussen de centrale stations. De bouwkosten van deze lijnen worden op 1½ milliard frs. per km geschat.

De jaarlijkse Franse waterkrachtproductie is in 3 j. met 3 milliard kWh toegenomen, hetgeen — door staaltekort — lager is dan in het Monnet-plan was voorzien. Er zijn thans 344 waterkrachtinstallaties, die in 1950 16 milliard kWh produceerden, hetgeen $^1/_4$ à $^1/_6$ is van hetgeen geproduceerd zou kunnen worden, als al de in aanmerking komende waterkracht werd benut.

Bergingswerk voor de Franse kust heeft reeds 3.000 t koper opgeleverd. Met het bergen van staal gaat men verder. Dit is in handen van een Italiaanse onderneming, welke over duikwerktuigen beschikt (stalen koepels), ieder met 10 zoeklichten van 1000 W, waarmee de zeebodem kan worden afgezocht. Ieder apparaat is bemand door één persoon, die naar het schip telefoneert uit een diepte van ten hoogste 360 m.

The Engineer, 11 Mei 1951.

Abidjan aan de Ivoorkust, een der welvarendste Franse koloniën, is tot zeehaven gemaakt door een breed toegangskanaal tot de lagune, waaraan deze stad ligt. De 500 km zan-

dige kust heeft behalve deze geen enkele beschermde rede of haven. Het achterland is zeer vruchtbaar en goed bevolkt.

Tevoren had men telkens weer vergeefs gepoogd de toegang tot stand te brengen door het smalste gedeelte van de afsluiting heen, waar echter altijd een zeer snelle verzanding optrad. Bij de voorbereiding van de thans geslaagde verbinding verleende het Waterloopkundig Laboratorium te Delft beslissende hulp [1]). Een punt werd gekozen, waar een voldoende lange dam kon worden aangelegd om verzanding te weren. Toen in 1933 het water, bij grote uitzondering, zo hoog kwam te staan, dat de stad dreigde onder te lopen, had men nogmaals het oude verzande kanaal geopend, dat door de sterke zeewaartse stroom 5 maanden open bleef en waar men toen waarnemingen heeft kunnen doen, die van nut waren voor de keuze van het punt, waar het huidige kanaal werd gegraven. Dit is 2700 m lang, 370 m breed aan de wateroppervlakte, 300 m breed op —10 m en 200 m op — 15 m. Tussen de in zee uitstekende beschermende dammen is de breedte 250 m. Daar is over een lengte van 195 m een drempel op — 12 m aangebracht. Bij de uitmonding is de zee 20 m diep. Voor de oevers van het kanaal is een steenbekleding van 250 kg/m gebruikt op een vlechtwerk van bamboe, dat men, om het gemakkelijk te verkrijgen, op een nabij terrein van 250 ha had aangeplant. De granietblokken moest men uit een groeve op 60 km afstand halen, waar voor de benodigde energie een centrale van 800 pk werd ingericht. Deze groeve heeft thans een lengte van 700 m en een hoogte van 15—45 m. Op een eilandje, ten Z. van de stad en door een 300 m lange schipbrug hiermee verbonden, heeft men de nieuwe havenkade ter lengte van 500 m, met bijbehoren, aangelegd.

Van ***de punten in Frankrijk zonder electriciteit*** beoogt het plan MONNET er 500.000 te voorzien van windgeneratoren ten dienste van de verlichting. In de V.S. zijn 10 millioen gebruikers van zulke generatoren. Sommige Amerikaanse fabrieken maken er meer dan 1500 per dag. Toen in Frankrijk wiskundige aëro-dynamische onderzoekingen niet voldoende opleverden en de op grond hiervan tot stand gebrachte machines de neiging vertoonden, uit hun verband te raken (hetgeen trouwens in het algemeen het gebrek van grote moderne windgeneratoren schijnt te zijn) heeft men er systematisch driehonderd windgeneratoren van 100 verschillende typen onderzocht met een vermogen van 250—10.000 W.

Voor deze vermogens heeft men de volgende practische conclusies kunnen opstellen: De winden van 2—9 m p. sec. waaien een aantal uren, dat lineair afneemt naar functie van hun snelheid (met een onnauwkeurigheid van 15 %). Het maximum van de jaarlijkse energie wordt geleverd bij windsnelheid 6—8 m/sec. (de zg. molenaarswind). Over 5 jaar vertoonden de winden van 2—10 m/sec een constante verdeling (met 15 % onnauwkeurigheid). Winden boven 10 m/sec zijn zo zeldzaam, dat zij weinig betekenen voor installaties met accu's. Windsnelheden boven 15 à 18 m/sec zijn nadelig voor de apparaten. Voor een gemiddeld, buigzaam rotorblad van hout moet de verhouding van lengte tot breedte de 10 niet overschrijden, tenzij bijzondere voorzorgsmaatregelen zijn genomen. Het is van belang, het aantal rotorbladen zo klein mogelijk te nemen. Het lucht-zog der verschillende bladen accumuleert zich nl. ten nadele van het rendement.

Een ***administratief conflict*** was in Frankrijk gerezen in verband met de vraag of een bepaalde staking de dienstbetrekking der betrokkenen had doen eindigen.

Weliswaar bepaalt de Franse wet van Februari 1950, dat staking in beginsel de dienstbetrekking niet doet eindigen; uitgezonderd wordt echter het geval van grove schuld aan de zijde van de werknemer, waarover een bepaald gerecht (conseil de prudhommes in dit geval) heeft te oordelen. Niettegenstaande nu dienomtrent door de aangewezen rechter niet beslist was, heeft het departementaal Arbeidsbureau desgevraagd geweigerd, toestemming te geven voor het in dienst nemen van vervangend personeel, en wel op grond van het motief, dat de dienstbetrekking der stakers niet zou zijn geëindigd en dat zij dus zonder de vereiste toestemming ontslagen zouden zijn. Het hiertegen door de werkgever (de directie van de Bazar v. h. Stadhuis) ingesteld beroep werd door de Minister van Arbeid verworpen.

Het Conseil d'Etat heeft deze beslissingen thans vernietigd, overwegende, dat het arbeidsbureau zich impliciet rechtsmacht had aangematigd, welke aan dit bureau niet is toegekend. Het mag alleen rekening houden met de *economische* belangen i.v. m. bewegingen in de beschikbare werkkrachten en het mag zijn bevoegdheid tot het weigeren of goedkeuren van aanwerving niet misbruiken om pressie uit te oefenen op werkgevers ten dienste van hetgeen het bureau als *sociaal* belang beschouwt.

Le Génie Civil, 1 Juni 1951.

[1]) Eind 1948 zijn door bemiddeling van de Contact-Commissie voor Advies en Ingenieurswerken van het K.I.v.I. ir F. J. B. G. GEERS en de heer B. VAN RENSWOUDE op verzoek van de Franse overheid er heen gegaan om adviezen over de uitvoering met zinkstukken te geven.

INGEZONDEN

Atoomenergie en zijn gevolgen

In de *Ingenieur* n° 26 van 29 Juni 1951 is de recensie opgenomen van het werk van professor dr P. M. S. BLACKETT: *Atoomenergie en zijn gevolgen*, geschreven door majoor S. H. HOOGTERP.

Majoor HOOGTERP schrijft hierin, dat de theorieën van prof. BLACKETT vele gedachten bevatten, welke als juist moeten worden erkend en oefent dan ook geen critiek uit op de mening van prof. BLACKETT, dat de uitslag van de geallieerde bombardementen op Duitsland zou hebben aangetoond, dat een grote natie niet op de knieën kan worden gebracht door pogingen om haar bevolking uit te roeien en dat de capitulatie van Japan geenszins is afgedwongen door de vernietigingsaanvallen op zijn burgerbevolking en het uitwerpen van atoombommen op Hiroshima en Nagasaki.

Naar mijn mening dienen deze uitspraken in zoverre te worden weerlegd:

1e. dat het de geallieerden er niet om te doen was de bevolkingen van Duitsland en Japan uit te roeien, doch het moreel van deze bevolkingen en daardoor van hun strijdmachten zo te schaden, dat mede hierdoor de weerstand zou worden gebroken;

2e. dat het breken van deze weerstand, als gevolg van de hevige bomaanvallen, inderdaad is gelukt, gezien de allengs verminderde strijdkracht der strijdmachten, naarmate in die strijdkrachten het besef doordrong van datgene, wat er met hun vaderland gebeurde; de bewijzen hiervan zijn, althans overal waar Duitse troepen in Europa streden, „ruimschoots" voorhanden; ook in ons land is de bereidheid van de bezetter tot capitulatie hierdoor sterk beïnvloed.

J. KOK,
Generaal-Majoor der Genie.

Naschrift

Nochtans namen de bombardementen het karakter aan van vernietigingsaanvallen. Het moreel brak geenszins uitsluitend door de gevolgen van laatstgenoemde, maar voor het grootste gedeelte door het veld winnen van het inzicht, dat de algemene strategische toestand hopeloos was geworden en de oorlog verloren was. De luchtbombardementen droegen wel zeer sterk bij tot het verbreiden van dit inzicht.

Maj. S. H. HOOGTERP.

PERSONALIA

Jhr ir O. C. A. van Lidth de Jeude Commandeur in de Orde van Oranje-Nassau

Bij K.B. werd jhr ir O. C. A. VAN LIDTH DE JEUDE, oud-Minister van Waterstaat en President van het Koninklijk Instituut van Ingenieurs, benoemd tot Commandeur in de Orde van Oranje-Nassau.

NECROLOGIE

† Jhr Prof. dr GERHARD JOAN ELIAS
1879—1951

1909 Diploma Doctor Wis- en Natuurkunde aan de Rijksuniversiteit te Utrecht
1902—1906 Assistent Natuurkundig Laboratorium Rijksuniversiteit te Utrecht
1906—1910 Assistent Bossche Laboratorium te Berlijn
1910—1916 Conservator Natuurkundig Laboratorium Teyler's Stichting te Haarlem
1911—1916 Privaat docent Rijksuniversiteit te Utrecht
1919—1950 Hoogleraar aan de Technische Hogeschool te Delft
1936—1937 Rector Magnificus der Technische Hogeschool te Delft
Overleden te Delft op 15 Juni 1951

Ir A. Brunt, Directeur van Werkspoor N.V., te Amsterdam is bij K.B. benoemd tot officier in de orde van Oranje-Nassau.

Ir E. de Haas zal op 1 September 1951 in dienst treden bij de dochteronderneming van de ASEA, Allmänna Svenska Elektriska Aktiebolaget, in Canada.

Ir G. J. Huyghe is thans werkzaam als ingenieur bij de K.E.M.A. te Arnhem.

Ir H. C. Bakker is als bedrijfsingenieur in dienst bij de N.V. Hollandia Machinefabriek en constructiewerkplaats te Krimpen a. d. IJssel.

Ir H. J. Kuiper heeft zich gevestigd als raadgevend ingenieur te Leiden.

Ir A. S. G. Bruggeling is per 1 Juli 1951 benoemd tot Adjunct-Directeur van de N.V. Nederlandse Spanbeton Mij te Alphen aan de Rijn.

Technische Hogeschool te Delft

geslaagd voor het examen voor
scheikundig ingenieur
E. J. de Boer, H. T. E. G. Coolen, B. van Daalen, J. G. van Doorn, C. de Jonge (met lof), F. L. Koorengevel, J. O. M. van Langen, J. J. Lussenburg, P. J. Masthoff, J. H. C. van Mourik, P. W. Pfeiffer, H. C. Schonebaum, J. C. Soeterbroek, A. L. Stuyts (met lof), A. M. A. J. Tielens, N. P. van Vliet, P. Voogel en H. J. Wervers.

natuurkundig ingenieur
R. A. Bijl, M. J. M. Coppens, J. van Dam Azn, J. J. Denier van der Gon, C. Franx, S. M. Frouws, J. A. van der Giessen, L. M. Hamaker, J. H. Janssen, J. F. Kaan, M. Klerk, G. A. Kluitenberg, W. H. Knoll, G. P. de Loor, J. J. Mertens, J. C. de Munck, G. J. van Os, J. P. Palm, L. J. van der Pauw, C. J. A. Tepas, A. C. Timmers, W. Troost, A. W. van Wagensveld, H. A. Waterman, F. Weil, W. A. Welling, A. Wieberdink, H. H. Woldringh en C. J. van Zwet.

geodetisch ingenieur
G. J. Berendsen, L. J. Jochem, R. Jonkers, H. Meindersma, K. van der Molen, S. Rienstra, W. van Riessen, J. A. C. E. van Roermund, J. Rolff, M. H. Warners, J. M. C. Witvliet en L. van Zuijlen.

civiel-landmeter
H. W. Rentema.

civiel-ingenieur
M. 't Hart, G. Kors, H. J. Pelder en W. J. Petri.

scheepsbouwkundig ingenieur
A. Oosterveld.

vliegtuigbouwkundig ingenieur
O. H. Gerlach (met lof), J. P. Rab en W. H. Verloop.

mijningenieur
A. R. Bloemena (met lof), P. Böck, A. W. J. Grupping, L. E. Hardonk, J. J. Kaptein, S. van der Klugt, H. C. G. Langemeijer, J. S. C. van Langen, R. Maas, G. H. W. Meeder (met lof), P. Mulie, J. J. Schuitemaker en P. C. Staats.

KONINKLIJK INSTITUUT VAN INGENIEURS

's-Gravenhage, Prinsessegracht 23, Tel. 117692, Giro 9995

Het besluit van de Regering ten aanzien van een tweede Technische Hogeschool

Op 10 Mei 1951 heeft de Minister van Onderwijs, Kunsten en Wetenschappen, Z.E. prof. dr J. Th. Rutten, in de Tweede Kamer zijn bekende verklaring afgelegd ten aanzien van een tweede Technische Hogeschool.

Daar vele leden alleen door hetgeen in de algemene pers is gepubliceerd hiervan kennis hebben genomen, is het wenselijk de verklaring in extenso hieronder te publiceren.

Mijnheer de Voorzitter! Ik stel er prijs op allereerst een verklaring af te leggen betreffende de decentralisatie van het technisch hoger onderwijs.

Sinds de bevrijding is van verschillende zijden en zonder ophouden gepleit voor decentralisatie van het T.H.O. Na het rapport van de 1ste Commissie-Holst verscheen er achtereenvolgens een rapport van de Stichting Technisch Hoger Onderwijs in het Zuiden, dat van het Economisch Technologisch Instituut in Gelderland en dat van de Noordelijke en Oostelijke Provincies. Ook in het verslag van de studiereis, die een commissie van het Koninklijk Instituut van Ingenieurs in de Verenigde Staten maakte, is over dit onderwerp gesproken.

Van Overheidswege werden enkele commissies ingesteld, die de Regering achtereenvolgens adviseerden over een aantal vraagpunten, waarvan ik noem:

„Hoe moet op korte termijn worden tegemoetgekomen aan de vraag naar goed onderlegde ingenieurs met het oog op een intensieve industrialisatie?". „Op welke wijze zou het technisch hoger onderwijs moeten worden gedecentraliseerd?". „Welke zou het karakter moeten zijn van een tweede instituut voor technisch hoger onderwijs?". „Welke zal de gewenste verdeling van taken zijn tussen de Technische Hogeschool te Delft en het nieuwe instituut?". „Wáár zou een nieuw centrum voor technisch hoger onderwijs het best op zijn plaats zijn?". „Zal een vermindering van de uitgaven, die voor de eerstvolgende tien jaren voor de Technische Hogeschool te Delft geraamd zijn, mogelijk en verantwoord zijn?".

Op grond van de adviezen, die werden uitgebracht door de deskundigen, heeft het Kabinet besloten, dat zal worden overgegaan tot het treffen van de nodige voorbereidingen voor een tweede instituut voor technisch hoger onderwijs. Die voorbereidingen zullen zich voorshands niet verder uitstrekken dan tot aan de aanbesteding. Te zijner tijd zal worden besloten, of en wanneer tot de oprichting van dat nieuwe technische centrum zal worden overgegaan. Het uitstel van de nieuwe beslissing, waarop ik in de vorige zin doelde, zal aldus geen schadelijke vertraging medebrengen en tijd laten voor overleg in zake organisatie en inrichting van een tweede instituut voor technisch hoger onderwijs.

Voor het treffen van de voorbereidingen is het nodig, thans reeds te bepalen, welke plaats in aanmerking komt voor de vestiging van dit instituut. Het Kabinet heeft gemeend, dat de beste plaats voor vestiging is: Eindhoven. Daar zal, te midden van een sterk groeiende en zeer gedifferentieerde industrie met laboratoria en hulpmiddelen, het onderwijs aan een tweede instituut alle steun kunnen krijgen, die het voor zijn eerste ontwikkeling behoeft.

Voor de te treffen voorbereidende maatregelen is ook nodig het karakter van het tweede instituut voor technisch hoger onderwijs vast te stellen. Het aantal studierichtingen zal wor-

den beperkt tot drie, namelijk die voor werktuigbouwkunde, electrotechniek en scheikunde; dat wil zeggen tot de richtingen, die in de eerste plaats voor de industrialisatie van betekenis zijn. Genoemde opleidingen zullen eveneens in Delft blijven bestaan. De overige afdelingen van de Delftse Technische Hogeschool worden niet gedecentraliseerd.

Het ligt in de bedoeling voor dit tweede instituut te streven naar een nominale studieduur van 4 jaar. Daarnaast zal een studieprogramma worden ontwikkeld, waarin de student beurtelings aan dit tweede instituut studeert en in de industrie werkzaam is. Dit coöperatieve systeem vereist een nauwe samenwerking van opleiding en industrie. Er is veel voor te zeggen, omdat het van belang is, dat ingenieurs jong in de practijk komen. Door dat systeem wordt bovendien de capaciteit van de opleiding groter en worden de studenten in staat gesteld, zelf hun studiegeld tijdens hun studietijd voor een deel te verdienen.

In het studieprogramma zal de totale duur der studie waarschijnlijk 1 jaar langer zijn dan bij een studie, die niet door practijk wordt onderbroken. Het programma zal in een grondige algemene technische kennis voorzien; daarnaast zal ruime aandacht worden gevraagd voor organisatorische en bedrijfstechnische vraagstukken in de industrie, omdat het huidige industriële leven van de ingenieur vraagt, dat hij niet alleen van de techniek op de hoogte is.

Uiteraard kan van specialisatie binnen de genoemde studietijd geen sprake zijn. Daarentegen wordt de tijd voldoende geacht om een zo brede grondslag te leggen, dat de afgestudeerde ingenieur daarop in de practijk kan voortbouwen.

De beperking van de studietijd zal er ten andere toe moeten leiden, dat voor een kleine categorie van deze afgestudeerden de mogelijkheid wordt geopend tot een verdere verbreding van de basis, waarbij in het bijzonder is gedacht aan research-ingenieurs e.d. Het is niet de bedoeling, deze vervolgstudie, waarvan de duur naar schatting 1½ jaar zal bedragen, aan het tweede instituut voor technisch hoger onderwijs te verbinden, doch deze uitsluitend in Delft te laten. Onafhankelijk van deze mogelijkheid zal ook voor de ingenieurs, die in het bezit zijn van het diploma van dit tweede instituut, de toelating tot de promotie openstaan. Voor discriminatie van deze gediplomeerden ten opzichte van de Delftse ingenieurs mag in geen enkel opzicht reden zijn.

Met een en ander rekening houdende, wordt gemeend, dat het 2de instituut voorshands accommodatie zal moeten bieden aan 400 à 500 studenten voor de 3 richtingen tezamen.

De Regering heeft zich ernstig beraden, alvorens dit besluit te nemen. Daarbij heeft zij in het bijzonder in aanmerking genomen:

1°. Het veel te grote aantal studenten aan de Technische Hogeschool te Delft. Niet alleen heeft deze overbelasting een zeer ongunstige invloed op de opleiding, maar bovendien belet deze omstandigheid ons, de aanmelding voor de Technische Hogeschool aan te moedigen.

2°. De omvang van de behoefte; deze is eigenlijk niet te ramen. Het is zeker niet juist een raming uitsluitend te baseren op het aantal ingenieurs, dat voor vervanging in aanmerking komt, vermeerderd met het aantal vacatures, onverschillig of men hierbij uitgaat van bestaande of te verwachten vacatures.

Behoefte is namelijk niet hetzelfde als vacature. Men kan dit bij voorbeeld demonstreren, wanneer men tracht te schatten hoe groot de behoefte zou zijn aan artsen.

Industrialisatie is onverbrekelijk verbonden aan een expansie van wetenschappelijk kunnen. De nodige spankracht zal slechts kunnen worden teweeggebracht door de krachten, die op hoog niveau leiding kunnen geven in het productieproces. Modernisering van industrie is in het huidige tijdsgewricht voornamelijk kwestie van ontwerpen van reguleermechanismen (waarvoor ingenieurs nodig zijn).

Elke goede ingenieur zal een nieuwe behoefte aan medewerkers scheppen. Bij de uitvoerende arbeiders is dat niet het geval. In deze gedachte is de behoefte elastisch; het verzadigingspunt wordt in feite slechts bereikt, indien de technische ontwikkeling niet verder mogelijk zou zijn. Het is daarom voor ons land in het huidige tijdsbestek uitermate gevaarlijk de toeloop van goede studenten voor het technisch hoger onderwijs te willen beperken op grond van behoefteramingen, waarvan de juistheid op geen enkele wijze kan worden bewezen. Uit dezen hoofde zal de noodzakelijkheid voor de stichting van een tweede instituut voor technisch hoger onderwijs in hoofdzaak afhankelijk moeten worden gesteld van de omvang van de aanmelding.

Een derde motief is voor de Regering geweest het feit, dat er vrij belangrijke verschillen bestaan, die zich demonstreren in de aard van de functies, welke door ingenieurs worden vervuld. Komt het bij sommigen vooral aan op de practische bekwaamheid, bij anderen zal het constructieve inzicht of zullen de organisatorische en bedrijfseconomische kwaliteiten op de voorgrond treden, bij weer anderen valt de klemtoon op hun theoretische kennis. Het afwijkende programma van het tweede instituut zal er toe bijdragen, dat met deze verschillen meer dan tot dusverre rekening wordt gehouden.

Mijnheer de Voorzitter! Ik zou het op prijs stellen, indien ik hier mijn rede mag afbreken en dat u mij vanavond in de gelegenheid stelt antwoord te geven op hetgeen de verschillende geachte afgevaardigden hebben gezegd.

In de avondvergadering heeft de Voorzitter van de Tweede Kamer de volgende mededelingen over deze kwestie gedaan:

Ik wil beginnen met aan de Kamer mede te delen de uitslag van het beraad over de loop van de besprekingen ten aanzien van de tweede Technische Hogeschool. Ik geloof de Kamer te moeten voorstellen, aan de Minister onze erkentelijkheid te moeten betuigen, dat hij gebruik heeft gemaakt van de gelegenheid, dat zijn begroting aan de orde is, de Kamer op de hoogte te stellen van het besluit van de Regering ten aanzien van de tweede Technische Hogeschool.

De heer Minister heeft mij medegedeeld, dat binnenkort een suppletoire begroting bij de Kamer zal worden ingediend, waarbij gelden zullen worden uitgetrokken om de voorbereiding en de studie van de verdere plannen op te vatten. Het komt mij voor, zulks in overeenstemming met het oordeel van de vaste Commissie voor het onderwijs, dat deze suppletoire begroting de beste gelegenheid zal zijn, verder op de zaak in te gaan. Dan zal een afdelingsonderzoek betreffende de voornemens der Regering plaats vinden. De leden van de Kamer krijgen dan de gelegenheid het tweede rapport van de Commissie-Holst te bestuderen en ook de nadere toelichting op de suppletoire begroting, die verschijnen zal. Al deze mededelingen, die betrekking hebben op deze zaak, zullen dan onder het oog kunnen worden gezien. Deze aangelegenheid kunnen wij dan verder in de gewone sfeer met de Regering bespreken.

Het besluit van de Regering kan dus worden uitgevoerd in die zin, dat gelden worden toegestaan om de studie tot aan de aanbesteding te hervatten. En gedurende die tijd doet de Regering — zo heeft de Minister mij nog eens verzekerd — niet anders dan peinzen en nadenken.

Ik laat het dan gaarne aan de leden, die nog het woord wensen te voeren, hetzij bij de algemene beraadslaging over dit hoofdstuk, hetzij bij de afzonderlijke afdelingen van dit hoofdstuk, over, of zij nog nadere inlichtingen over deze kwestie wensen te vragen. Het wordt dus aan de leden zelf overgelaten, of zij van de gelegenheid daartoe gebruik willen maken.

Na bekendwording van dit Besluit, dat voor iedereen een verrassing was, is de Raad van Bestuur op 4 Juni jl. bijeengekomen, teneinde te overleggen of hiertegenover een uiting van de zijde van ons Instituut wenselijk zou zijn.

Zoals bekend is, werd in het Rapport van de Instituuts-Commissie voor het bestuderen van de technische opleiding in de Verenigde Staten van Noord-Amerika als voorzorgsmaatregel bepleit: de voorbereiding voor een tweede T.H. met 4-jarige opleiding ter hand te nemen, met dien verstande, dat voldoend ver uitgewerkte plannen zouden worden gemaakt, die op korte termijn zouden kunnen worden uitgevoerd, zodra uit het verloop der aantallen studenten en aanmeldingen voor de T.H. zou blijken, dat Delft niet voldoende capaciteit heeft om de drang naar een hogere technische opleiding te bevredigen.

Tot op zekere hoogte is het Besluit van de Regering niet in strijd met en gaat het niet verder dan bovengenoemd voorstel van de Instituuts-commissie, behoudens dat de vestigingsplaats thans door de regering werd bepaald.

De vrees kwam echter tot uiting, dat de uitwerking van de plannen voor een tweede T.H. ten koste zou gaan van de verdere uitbreiding van gebouwen en outillage van de T.H. te Delft tot een zodanige capaciteit, dat 3500 studenten zouden kunnen worden opgeleid tot goede ingenieurs. Om die reden werd de hiernavolgende brief tot de Regering gericht:

30 Juni 1951

Aan Zijne Excellentie
de Minister-President
te
's-Gravenhage

Excellentie,

De Raad van Bestuur van het Koninklijk Instituut van Ingenieurs heeft met belangstelling kennis genomen van het Regeringsbesluit tot het treffen van de nodige voorbereidingen voor een tweede instituut voor technisch hoger onderwijs te Eindhoven, zoals uiteengezet is in de 59e Vergadering van de Tweede Kamer der Staten Generaal op 10 Mei j.l., bij monde van de Minister van Onderwijs, Kunsten en Wetenschappen.

De daaruit blijkende bereidheid der Regering, om voor de studenten, die in Delft, ook nadat de Technische Hogeschool aldaar tot het gestelde maximum van 3500 studenten zal zijn uitgebreid, geen accommodatie kunnen vinden, elders gelegenheid tot studie te bieden, acht te Raad zeker zeer verheugend. Het behoeft geen nadere toelichting, dat Nederland uit degenen, die zich aanmelden, de best mogelijke ingenieurs moet kunnen vormen, omdat zij behoren tot degenen, die voor de toekomstige welvaart van ons land onontbeerlijk zijn. Indien uit het aantal zich voor de eerste keer aanmeldende studenten blijkt, dat dit te groot blijft voor de gewenst geoordeelde bezetting van 3500 studenten aan de Delftse Technische Hogeschool, zal het een gebiedende eis zijn, het meerdere aantal studenten elders onder te brengen.

Twee redenen nopen de Raad van Bestuur echter, Uwe Excellentie te adviseren, bij de in deze tijd te nemen stappen grote voorzichtigheid te betrachten:

1e. Met het vestigen van een tweede Technische Hogeschool elders zal meer tijd verloren gaan dan met het tot stand brengen van de reeds geprojecteerde uitbreiding te Delft en van het uit te geven geld zal in Delft ook een hoger rendement verwacht kunnen worden.

2e. De Raad van Bestuur is van oordeel, dat in deze tijd de industrie nog meer behoefte heeft aan een voldoende aantal goed onderlegde research-ingenieurs, waarvan de opleiding volgens de plannen van de Regering in Delft zal blijven, dan aan een groot aantal bedrijfsingenieurs, waarvoor de opleiding volgens dezelfde plannen ook in Eindhoven mogelijk zou worden.

Uit 1e zowel als uit 2e volgt, dat de financiële middelen, welke thans uiteraard slechts in beperkte mate ter beschikking kunnen worden gesteld, niet beter kunnen worden besteed dan in Delft.

Op grond van het voorgaande meent de Raad van Bestuur er met klem bij Uwe Excellentie op te moeten aandringen, dat naast de invoering van overigens noodzakelijk geoordeelde maatregelen voor verdere ontwikkeling van het Technisch Hoger Onderwijs in de eerste plaats volle aandacht gegeven zal worden aan een versnelde voltooiing van de outillage van de Technische Hogeschool te Delft voor een totaal van 3500 studenten en dat de credieten, die voor de eerstvolgende jaren voor de T.H. te Delft geraamd zijn en het bouwapparaat, dat hiervoor ter beschikking is gesteld, niet verminderd zullen worden, om aan de plannen voor een kostbaar tweede instituut van technisch hoger onderwijs met de benodigde laboratoria en werkplaatsen uitvoering te geven.

Niet zonder reden wordt op het bovenstaande aangedrongen, omdat de Raad van Bestuur met bezorgdheid kennis nam van de vraag, die de Overheid aan een door haar ingestelde Commissie voorgelegd heeft: „Zal een vermindering van de uitgaven, die voor de eerstvolgende tien jaren voor de T.H. te Delft geraamd zijn, mogelijk en verantwoord zijn?"

Zich thans onthoudende van het uitspreken van een oordeel over de gewenste studieduur, het studieplan, andere maatregelen voor de verdere ontwikkeling van het Technisch Hoger Onderwijs hier te lande, alsmede over de omvang en de plaats van vestiging van een tweede Technische Hogeschool, gevoelt de Raad zich gedrongen Uwer Excellentie zijn standpunt kenbaar te maken, dat een vermindering van uitgaven ten behoeve van de Technische Hogeschool te Delft, in 's lands belang niet verantwoord zou zijn.

Met verschuldigde gevoelens van hoogachting, tekenen wij,

w.g. O. C. A. van Lidth de Jeude
President.

w.g. H. Sangster,
Algemeen Secretaris.

Reisclub voor Academici c.s.

Ondanks de goede bedoelingen van allen, die aan de oprichting van deze Reisclub hebben meegewerkt, is de gang van zaken zodanig geworden, dat een vertegenwoordiger van het Koninklijk Instituut van Ingenieurs in het Bestuur van de Reisclub minder op zijn plaats moet worden geacht. Met het oog daarop is ir F. M. C. Berkhout uit dat Bestuur getreden. Ook enige leden van het Dagelijks Bestuur, o.a. de Secretaresse, Mevrouw E. J. Nijbakker te Hilversum, hebben hun functie neergelegd.

De Algemeen Secretaris.

AGENDA VAN VERGADERINGEN

▶ 29—30 Aug. 1951. Ned. Natuurkundige Vereniging te Amsterdam, de Lairessestr. 174. Aanvang 10.15 uur. *Vacantie-cursus over Kernphysica.* (Zie blz. A. 293).

•28 September 1951. Afd. voor Techn. Wetensch. Onderzoek, Sectie voor Regeltechniek te Utrecht. *Symposium over terugkoppeling.*

▶ = Nieuw aangekondigde Vergadering. • = Instituuts-, Kring-, Afd.- of Sectie-Vergadering.

Inhoud ALGEMEEN GEDEELTE 28: „Techni Show" te Rotterdam, door prof. ir R. van Hasselt. — Berichten van allerlei aard: Reorganisatie van Ratiobouw. Prijsvraag Afbouw St. Martinustoren te Weert. Stichting Montefiore, Uitslag 5-jaarlijkse internationale prijsvraag. Constructa, Bouwkundige tentoonstelling te Hannover. Nieuwe uitgave van The Institution of Electrical Engineers. Hoofdcommissie voor de Normalisatie in Nederland, Nieuwe Normbladen. Studiegroep W.-Europese statistici naar de V.S. Uit het buitenland. — Ingezonden: Atoomenergie en zijn gevolgen, door J. Kok, Gen.-Maj. der Genie, met naschrift van Maj. S. H. Hoogterp. — Personalia. — K.I.v.I.: Het besluit van de Regering ten aanzien van een tweede Technische Hogeschool. Reisclub voor Academici c.s. — Agenda van Vergaderingen.

„ACADEMIA" Boekhandel en Antiquariaat voor Techniek-Wetenschap-Kunst
Oude Delft 101-103, Delft, tel. 1776, naast Hoofdgeb. T.H.

B. ADKINS—W. J. GIBBS, Polyphase Commutator Machines. 1951 ..... f 12.85
H. A. E. KEITZ, Lichtberechnungen und Lichtmessungen. 1951. (Philips Techn. Bibliotheek) .... f 23.50
A. M. KUYLAARS, Werk en Leven van de Industriële Loonarbeider. 1951 ..... f 12.00
R. H. MACMILLAN. An Introduction to the Theory of Control in Mechanical Engineering. 1951 f 18.30
E. H. MACNIECE, Production, forecasting, planning and control. 1951 ..... f 25.00
F. J. ROETHLISBERGER—W. J. DICKSON, Management and the Worker. 1950 ..... f 22.75

Looden en Verloode Apparaten
Plaatloodbekleeding en homogeen verlooding van reservoirs, bakken, baden, ketels enz., voor de Chemische, Galvanische, Kunststijde-industrie
Meer dan 20-jarige ervaring in Zwavelzuurfabrieken
Looöbr. en Constr. werkplaats „VLAARDINGEN"
HOFLAAN 34 — VLAARDINGEN — TEL. R'DAM 67308
TEL. VLAARDINGEN 3093

Mach.fabriek H. J. ANSPACH
HUIZEN (N.H.) Telefoon K 2962/565
Fabricage van machines en apparaten
Volgens tekening en model

OERLIKON
schakelaars

INHOUDSOPGAVE VAN BUITENLANDSE TIJDSCHRIFTEN

ALGEMENE TIJDSCHRIFTEN

	Aantal biz.	fig.
ENGINEERING, Vol. 171 — nr 4456 van 22 *Juni* 1951		
H. S. ROWELL: Freedom to measure: yards or metres	3	—
Mixed-traffic locomotives, British Railways	2	3
G. JENDRASSIK: Diesel engines for traction purposes (I)	1	2
STAHL UND EISEN, Jg 71 — nr 13 van 21 *Juni* 1951		
E. ROSSOW: Anwendung statistischer Verfahren für die Güteüberwachung und Werkstoffentwicklung	16	17
H. POHL: Untersuchungen über die Leistungssteigerung von Bandsinteranlagen	6	10
H. CLEES: Teerö-Zusatzbeheizung bei Siemens-Martin-Oefen zur Einsparung von Ferngas	7	13
K. TRAUTMANN: Herstellung von Betondachsteinen aus Schlackensand und Hüttenzement durch Trockenpressen	2	—
TEKNISK TIDSKRIFT, Jg 81 — nr 25 van 23 *Juni* 1951		
B. HERTZMAN-ERICSON: Fordonsstryrda signaler	6	11
Jätteteleskopet på Mount Palomar	4	6

BOUW- EN WATERBOUWKUNDE

LA TECHNIQUE DES TRAVAUX, Jg 27 — nr 5—6 van *Mei-Juni* 1951		
Le domaine provincial de Huizingen-lez-Bruxelles, bassin de natation et bâtiment de vestiaires	10	20
l'Aéroport international „Friendship" à Baltimore (Etats-Unis)	4	6
R. LAPIED: Usine textile Richard à Cholet (Maine-et-Loire)	5	9
R. SONRIER: Usine chazelles à Saint-Julien près de Troyes	5	9
R. BEGHIN e.a.: Usine Rivierre et casalis à Orléans	5	9
R. QUATRAVAUX e.a.: La soufflerie Paul Dumanois à Modane-Avrieux (Savoie)	25	59
T. OGNIBENI: l'Avant-barrage de Vernago sur le senales affluent de l'Adige (Italie)	4	8
REVUE GÉNÉRALE DES ROUTES, nr 233 van *Juni* 1951		
A. SCHUHL: Les travaux d'aménagement de la sortie nord de Marseille	7	14
R. LEMAIRE: Le transport aérien et ses moyens terrestres	9	4
J. COUDERT: Lever des profils en long par altigraphe différentiel	3	4

ELECTROTECHNIEK

ELEKTROTECHNISCHE ZEITSCHRIFT, Jg 72 — nr 12 van 15 *Juni* 1951		
T. SCHMITZ: Der Anlauf des Einphasenmotors mit Widerstands-Hilfsphase	3	2
E. SCHUCH: Ueber einen induktiven Standmesser	2	3
H. MACKH: Die Beeinflussung der Strom- und Spannungsgrundwelle einer Zündanlage durch Entstörwiderstände im Zündkreis	3	6
O. SCHÄFER: Eine elektrische Modellregelstrecke für grosse Laufzeiten	3	4

GEZONDHEIDSTECHNIEK

WATER & SEWAGE WORKS, Vol. 98 — nr 6 van *Juni* 1951		
L. A. JACKSON e.a.: Glorination maintains supply line capacity	5	5
C. E. PALMER: Anthrafilt and rotary surface wash for filters	4	4
C. J. VELZ: Graphical approach to statistics	4	4
W. F. NEALE: Patapsco interceptor sewer and pump station	6	7
DAS GAS- UND WASSERFACH, Jg 92 — nr 11 van 15 *Juni* 1951		
W. ZANKL: Entgasungsversuche mit Kohle-Oelmischungen im Laboratorium	5	4
F. HERNING: Schutzmassnahmen bei Staubablagerungen in Gasleitungen (II)	4	10

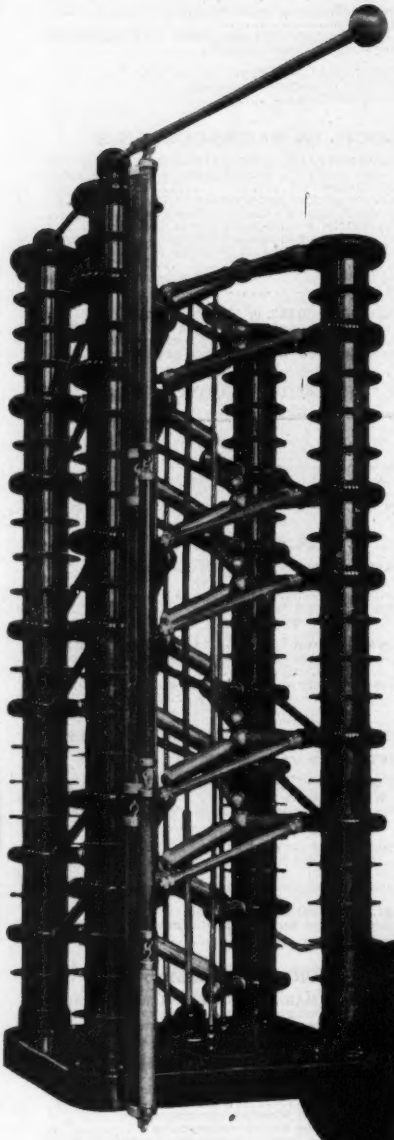
MIJNBOUW EN PETROLEUMTECHNIEK

JOURNAL OF PETROLEUM TECHNOLOGY, Vol. III — nr 5 van *Mei* 1951		
L. L. MCDONALD e.a.: Drilling and production problems relating to the Worland, Wyoming Field	4	6
B. H. CAUDLE e.a.: Further developments in the laboratory determination of relative permeability	6	12
ANNALES DES MINES, nr 3 — *Mei* 1951		
A. HOUBERECHTS: l'Activité de l'Institut d'Hygiène des Mines au cours de l'année 1950	18	3
J. MARTENS: Le choix d'un explosif de sécurité	17	2
GLÜCKAUF, Jg 87 — nr 25/26 van 23 *Juni* 1951		
H. ROLSHOVEN: Möglichkeiten der Betriebszusammenfassung in steiler Lagerung	15	20

WERKTUIG- EN SCHEEPSBOUW

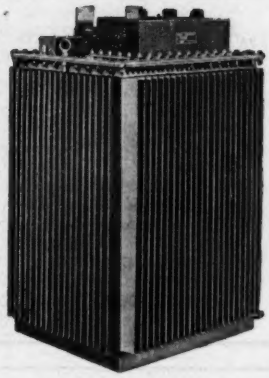
THE SHIPBUILDER AND MARINE ENGINE-BUILDER, Vol. 58 — nr 513 van *Juni* 1951		
N. V. PESTEREFF: Alternating-current supplies for auxiliary plant on board ship	5	6
BRENNSTOFF-WÄRME-KRAFT, Jg 3 — nr 6 van *Juni* 1951		
Ursachen und Verhütung der Kesselverschmutzung:		
1. H. H. MÜLLER-NEUGLÜCK: Analytische Untersuchung rauchgasseitiger Ansätze	2	—
2. K. SCHWARZ e.a.: Arten der Kesselverschmutzung	7	9
3. K. SCHWARZ: Verhütung der Kesselverschmutzung	4	—
4. H. BÖHME: Verhütung von Verschlackungen und Korrosionen durch Schutzüberzüge auf rauchgasseitigen Kesselheizflächen	4	6
5. H. THEOBALT: Rauchgasseitige Kesselreinigung	7	17
6. E. SCHNEIDER: Erosionen durch Flugasche an einem Steilrohrkessel	3	7

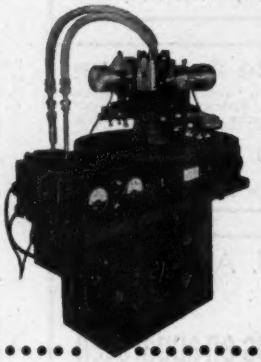
Fotocopieën van artikelen zijn voor leden van het Koninklijk Instituut van Ingenieurs te bestellen bij de Algemeen Secretaris, Prinsessegracht 23, 's-Gravenhage tegen de prijs van f 0,60 per gefotografeerde bladzijde tot A 4 (Ingenieur's) formaat. Bij grotere maten worden 2 foto's per bladzijde genomen.



Stootspannings-
generatoren.

Gelijkrichters voor elk
doel en elk vermogen.
(in ignitronuitvoering
tot 1100 kw.)





Röntgendiffractie-
apparatuur voor
kristalstructuur-
onderzoek.

Motronics.
Apparatuur voor voeding
en electronische snel-
heidsregeling van
gelijkstroommotoren.

**PHILIPS PRODUCTEN VOOR
DE NEDERLANDSE INDUSTRIE**

PHILIPS

Wie **KLM** zegt,
zegt: efficiëncy.

Om U voor de laagste prijs in de kortste tijd
en met 't meeste comfort te laten reizen
is een opgave die de K.L.M. heeft opgelost.

Ook in de onderhouds- en reparatiewerkplaatsen der K.L.M. is het motto: efficiëncy. Dat betekent dat er uitsluitend de beste mensen werken met de beste gereedschappen. Het behoeft U dus niet te verbazen, dat ook hier Bofa-boren worden gebruikt en gewaardeerd.

VOOR IEDEREEN DIE GATEN BOORT, EEN BOFA-BOOR UIT AMERSFOORT.

Bauduin

BORENFABRIEK **BOFA**

BOFA

AMERSFOORT-HOLLAND

BECKER & VAN HÜLLEN

HYDRAULISCHE PERSEN

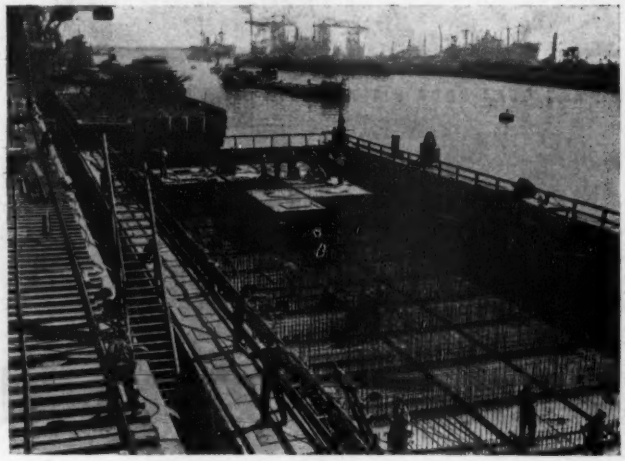
met ingebouwde oliepomp

BvH

Snel-werkende oliedrukpersen (verbeterd systeem „BLELL"), met ingebouwde pomp, te leveren in diverse standaardtypen met drukvermogen tot 250 ton.

INDUSTRIE- & HANDELMIJ. N.V. **V.E.T.A.** PRINS HENDRIKKADE 20-21 AMSTERDAM - TEL. 33081

HOLLANDSCHE BETON MAATSCHAPPIJ N.V.



'S-GRAVENHAGE - AMSTERDAM
DJAKARTA

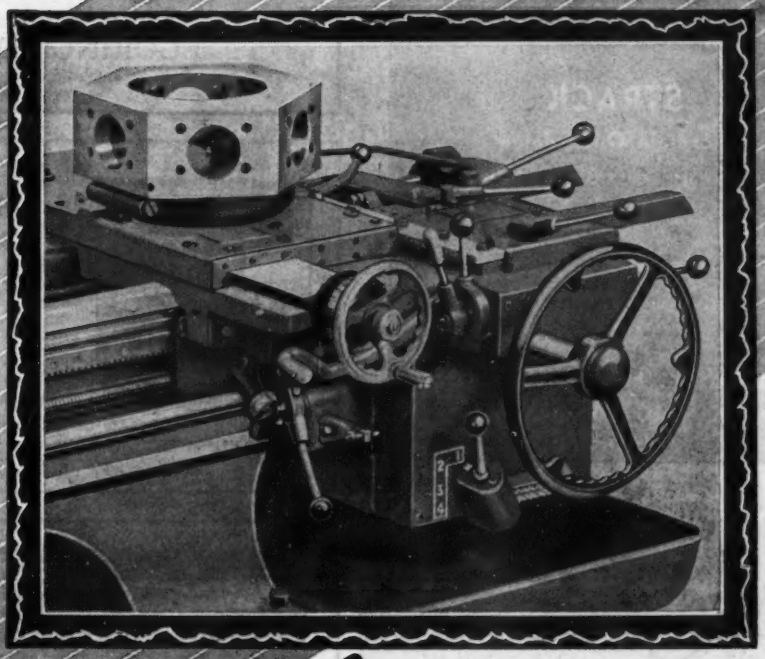
★

Bouw- en Waterbouwk. werken

Asfalt- en Betonwegen

Caisson voor een kademuur voor de Gem. Havenwerken te Rotterdam in aanbouw in een drijvend dok. Achter het dok een drijvende caisson.

Foto Openbare Werken Rotterdam



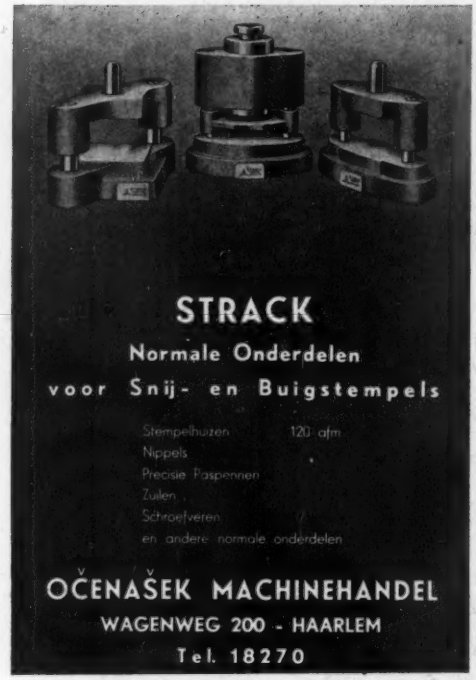
GOED - VLUG - GOEDKOOP

met een

Warner & Swasey

Dat geldt ook voor Uw bedrijf!

R. S.
STOKVIS
& ZONEN N.V.



**N.V. Staaldraadkabel-
en Herculestouwfabriek**

v.h. J.C. DEN HAAN

GORINCHEM

*bouw
beton-
hei-
waterwerken*

Kantoren: Dordrecht - Kromhout 65-67 - Tel. 6941 (3 lijnen)
Den Haag - Fr. Maelsonstr. 45 - Tel. 553844*

DE INGENIEUR

B. BOUW- EN WATERBOUWKUNDE 11.

624.074.4.042.1

Berekening van de membraanspanningen in doorgaande verstijfde cylindrische schalen van willekeurige vorm

door ir F. A. VREEDE
Ingenieur bij de Rijksgebouwendienst, afd. constructie.

Summary: *Calculation of the membrane stresses in continuous stiffened cylindrical shells of arbitrary shape.* This paper is to be considered an extension of the paper on the calculation of membrane stresses in continuous stiffened circular cylindrical shells by prof. ir C. G. J. VREEDENBURGH (*De Ingenieur* 1950 n° 22, pages O. 23 seq.). It is shown that the extended form of Clapeyron's theorem of three moments is also applicable to harmonic loads on non-circular shells. Furthermore allowance is made for tangential displacements of the shells near the supports.

Deze bijdrage is te beschouwen als een uitbreiding van de beschouwingen van prof. ir C. G. J. VREEDENBURGH over de berekening van de membraanspanningen in doorgaande verstijfde cylindrische cirkelschalen in *De Ingenieur* 1950 n° 22, blz. O. 23 e.v. Deze worden in het hier volgende bekend verondersteld; enkele herhalingen waren voor de continuïteit van het betoog onvermijdelijk. De hier gebruikte notaties zijn dezelfde als in evengenoemd artikel.

We beschouwen een cylindrische schaal van willekeurige vorm met constante, kleine wanddikte δ, voorzien van randbalken zonder buigingsstijfheid, zoals geschetst in fig. 1. In deze figuur zijn:

r = plaatselijke kromtestraal van de doorsnedekromme.
s = booglengte van de kromme, gemeten van zeker punt O_s af.
l = totale booglengte $= \int_A^B ds$
φ = hoek tussen de horizontaal en de raaklijn aan de kromme, gemeten met de wijzers van de klok mee.

Men heeft nu de volgende betrekkingen:

$$\left.\begin{aligned} d\varphi &= \frac{ds}{r} \\ dy &= +\cos\varphi \,.\, ds \\ dz &= -\sin\varphi \,.\, ds \end{aligned}\right\} \quad \ldots\ldots \quad (1)$$

Voeren we de booglengte s als lopende coördinaat in, dan voldoen de membraanspanningen aan de vergelijkingen:

$$\left.\begin{aligned} n_\varphi &= -Z \,.\, r \\ \frac{\partial n_{s\varphi}}{\partial x} &= -Y - \frac{\partial n_\varphi}{\partial s} \\ \frac{\partial n_s}{\partial x} &= -X - \frac{\partial n_{s\varphi}}{\partial s} \end{aligned}\right\} \quad \ldots\ldots \quad (2)$$

De vormveranderingsvergelijkingen krijgen de volgende gedaante:

$$\left.\begin{aligned} \frac{\partial u}{\partial x} &= \frac{1}{E\,\delta}\,(n_s - \nu\, n_\varphi) \\ \frac{\partial v}{\partial x} &= \frac{2\,(1+\nu)}{E\,\delta}\, n_{s\varphi} - \frac{\partial u}{\partial s} \\ \frac{w}{r} &= \frac{1}{E\,\delta}\,(n_\varphi - \nu\, n_s) - \frac{\partial v}{\partial s} \end{aligned}\right\} \quad \ldots \quad (3)$$

Met behulp van deze betrekkingen zullen we de krachtsverdeling berekenen in een schaal op drie steunpunten met gelijke veldlengten L en belast met:

$$\left.\begin{aligned} X &= 0 \\ Y &= Y_o \sin\frac{s}{s_o} \\ Z &= Z_o \frac{r_o}{r} \cos\frac{s}{s_o} \end{aligned}\right\} \quad \ldots\ldots \quad (4)$$

r_o en s_o zijn constanten met de dimensie van een lengte. Verder nemen we aan, dat de punten van de schaal ter plaatse van de middelste verstijving tangentiële verplaatsingen ondergaan ter grootte van

$$v = v_o \sin\frac{s}{s_o} \quad \ldots\ldots\ldots \quad (5)$$

De randvoorwaarden zijn dus (x te meten van het middelste steunpunt):

$$\left.\begin{aligned} x = 0 \quad u = 0 \qquad x = L \quad n_s &= 0 \\ v = v_o \sin\frac{s}{s_o} \qquad\qquad v &= 0 \end{aligned}\right\} \quad \ldots \quad (6)$$

Substitutie van (4) in (2) en integratie levert op:

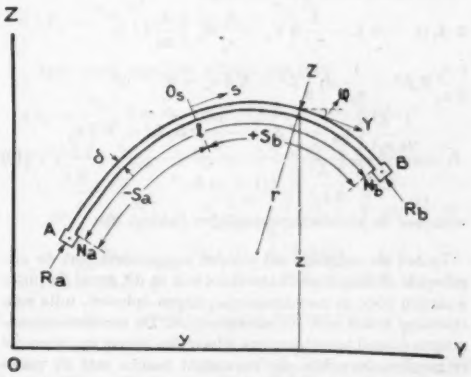


Fig. 1. Doorsnede van een cylinderschaal met randbalken.

$$\left.\begin{aligned} n_\varphi &= -Z_o r_o \cos\frac{s}{s_o} \\ n_{x\varphi} &= -\left[\left(Y_o + \frac{r_o}{s_o} Z_o\right) x - C_1\right] \sin\frac{s}{s_o} \\ n_x &= \left[\frac{1}{s_o}\left(Y_o + \frac{r_o}{s_o} Z_o\right) \tfrac{1}{2} x^2 - \frac{C_1}{s_o} x + C_2\right] \cos\frac{s}{s_o} \end{aligned}\right\}$$

De bepaling van de integratieconstanten gaat eenvoudiger als we eerst stellen:

$$\left.\begin{aligned} C_1 &= \tfrac{1}{2} L \left(Y_o + \frac{r_o}{s_o} Z_o\right) + A_1 - A_2 \\ C_2 &= \frac{A_1}{s_o} L \end{aligned}\right\}$$

We krijgen dan:

$$\left.\begin{aligned} n_\varphi &= -Z_o r_o \cos\frac{s}{s_o} \\ n_{x\varphi} &= -\left[\left(Y_o + \frac{r_o}{s_o} Z_o\right)(x - \tfrac{1}{2} L) - A_1 + A_2\right] \sin\frac{s}{s_o} \\ n_x &= -\left[\frac{1}{s_o}\left(Y_o + \frac{r_o}{s_o} Z_o\right) \tfrac{1}{2} x (L - x) - \right. \\ &\quad \left. - \frac{1}{s_o} A_1 (L - x) - \frac{1}{s_o} A_2 x\right] \cos\frac{s}{s_o} \end{aligned}\right\} \quad (7)$$

Met de derde randvoorwaarde (6) vinden we direct: $A_2 = 0$. Substitutie van (7) in de eerste vergelijking (3) en integratie geeft ons dan:

$$E\,\delta\,u = \left[\nu\, Z_o r_o x - \frac{1}{s_o}\left(Y_o + \frac{r_o}{s_o} Z_o\right)\left(\tfrac{1}{4} x^3 L - \frac{1}{8} x^3\right) + \right.$$
$$\left. + \frac{1}{s_o} A_1 (Lx - \tfrac{1}{2} x^2) + A_3\right] \cos\frac{s}{s_o} \quad \ldots\ldots\ldots \quad (8)$$

Met de eerste randvoorwaarde (6) vinden we: $A_3 = 0$. Substitueren we tenslotte (8) in de tweede vergelijking (3), dan komt na integratie voor den dag:

$$E\,\delta\,v = \left[(1 + \nu)\left(Y_o + \frac{r_o}{s_o} Z_o\right) \tfrac{1}{2} x (L - x) + 2 A_1 (1 + \nu) x \right.$$
$$+ \tfrac{1}{2} \nu \frac{r_o}{s_o} Z_o x^2 - \frac{1}{s_o^2}\left(Y_o + \frac{r_o}{s_o} Z_o\right)\left(\frac{1}{12} x^3 L - \frac{1}{24} x^3\right) +$$
$$\left. + \frac{1}{s_o^2} A_1 \left(\tfrac{1}{2} L x^2 - \frac{1}{6} x^3\right) + A_4\right] \sin\frac{s}{s_o} \quad \ldots\ldots \quad (9)$$

Uit de tweede voorwaarde (6) volgt $A_4 = E\,\delta\,v_o$.
Uit de vierde voorwaarde (6) volgt:

$$2 A_1 (1 + \nu) L - \frac{1}{s_o^2}\left(Y_o + \frac{r_o}{s_o} Z_o\right) \frac{1}{24} L^4 +$$
$$\frac{\nu}{2}\frac{r_o}{s_o} Z_o L^2 + \frac{1}{s_o^2} A_1 \frac{1}{3} L^3 + E\,\delta\,v_o = 0 \qquad \text{of}$$

$$A_1 = \frac{\frac{1}{24}\frac{L^4}{s_o^2}\left(Y_o + \frac{r_o}{s_o} Z_o\right) - \frac{\nu}{2}\frac{r_o}{s_o} Z_o L^2 - E\,\delta\,v_o}{\frac{1}{3}\frac{L^3}{s_o^2} + 2(1 + \nu) L} \quad \ldots \quad (10)$$

waarmee de membraanspanningen bekend zijn.

In het nu volgende zal worden aangetoond, dat de uitgebreide stelling van CLAPEYRON ook in dit geval de juiste waarden voor de membraanspanningen oplevert, mits men rekening houdt met de randkrachten. De membraanspanningstoestand treedt immers alleen dan zuiver op, wanneer er randkrachten zijn die evenwicht maken met de randspanningen.

Uit de eerste vergelijking (7) volgt:

$$\left.\begin{aligned} (n_\varphi)_a &= -Z_o r_o \cos\frac{s_a}{s_o} \\ (n_\varphi)_b &= -Z_o r_o \cos\frac{s_b}{s_o} \end{aligned}\right\}$$

zodat dus randbelastingen R aanwezig moeten zijn, die per lengte-eenheid bedragen:

$$\left.\begin{aligned} R_a &= +Z_o r_o \cos\frac{s_a}{s_o} \\ R_b &= -Z_o r_o \cos\frac{s_b}{s_o} \end{aligned}\right\} \quad \ldots\ldots \quad (11)$$

De totale belasting in verticale richting naar beneden per lengte-eenheid wordt dan:

$$p_v = \int_A^B (Y \sin\varphi + Z \cos\varphi)\, ds + R_a \sin\varphi_a + R_b \sin\varphi_b =$$
$$= Y_o \int_A^B \sin\varphi \sin\frac{s}{s_o}\, ds + Z_o r_o \left[\left(\sin\varphi \cos\frac{s}{s_o}\right)\Big|_A^B + \right.$$
$$\left. + \frac{1}{s_o}\int_A^B \sin\varphi \sin\frac{s}{s_o}\, ds + \cos\frac{s_a}{s_o}\sin\varphi_a - \cos\frac{s_b}{s_o}\sin\varphi_b\right] \quad \text{of}$$

$$p_v = \left(Y_o + \frac{r_o}{s_o} Z_o\right)\int_A^B \sin\varphi \sin\frac{s}{s_o}\, ds = \left(Y_o + \frac{r_o}{s_o} Z_o\right) B_1 \quad . \quad (12)$$

waarin $B_1 = \int_A^B \sin\varphi \sin\frac{s}{s_o}\, ds.$

De totale belasting in horizontale richting naar rechts per lengte-eenheid is:

$$p_h = \int_A^B (Y \cos\varphi - Z \sin\varphi)\, ds + R_a \cos\varphi_a + R_b \cos\varphi_b$$

Op dezelfde manier wordt dit herleid tot:

$$p_h = \left(Y_o + \frac{r_o}{s_o} Z_o\right)\int_A^B \cos\varphi \sin\frac{s}{s_o}\, ds = \left(Y_o + \frac{r_o}{s_o} Z_o\right) B_2 \quad (13)$$

waarin $B_2 = \int_A^B \cos\varphi \sin\frac{s}{s_o}\, ds.$

De verticale resp. horizontale componenten van de resultante der schuifspanningen $\tau_{x\varphi} = \frac{n_x}{\delta}$ in een doorsnede ter plaatse x moeten evenwicht maken met de dwarskrachten D_{xv} resp. D_{xh} door p_v resp. p_h voor de schaal als ligger beschouwd. Men kan in verband met de tweede vergelijking (7) stellen:

$$\tau_{x\varphi} = c_1 \sin\frac{s}{s_o} \quad \ldots\ldots\ldots \quad (14)$$

en vindt dan:

$$\left.\begin{aligned} D_{xv} &= \int_A^B \tau_{x\varphi} \sin\varphi\, \delta ds = c_1 \delta \int_A^B \sin\varphi \sin\frac{s}{s_o}\, ds = c_1 \delta B_1 \\ D_{xh} &= \int_A^B \tau_{x\varphi} \cos\varphi\, \delta ds = c_1 \delta \int_A^B \cos\varphi \sin\frac{s}{s_o}\, ds = c_1 \delta B_2 \end{aligned}\right\} \quad (15)$$

Men vindt $\frac{D_{xv}}{p_v} = \frac{D_{xh}}{p_h}$, zodat $D_{x1} = \frac{D_x}{p}$ niet van de richting van p afhangt.

Eliminatie van B_1 en B_2 uit (12), (13) en (15) geeft:

$$c_1 = \frac{1}{\delta}\left(Y_o + \frac{r_o}{s_o} Z_o\right) D_{x1}$$

dus heeft men:

$$\tau_{x\varphi} = \frac{1}{\delta}\left(Y_o + \frac{r_o}{s_o} Z_o\right) \sin\frac{s}{s_o} D_{x1} \quad \ldots\ldots \quad (16)$$

$$n_{x\varphi} = \delta \tau_{x\varphi} = \left(Y_o + \frac{r_o}{s_o} Z_o\right) \sin\frac{s}{s_o} D_{x1} \quad \ldots \quad (17)$$

Stelt men thans $n_{x\varphi} = p_{x\varphi} \cdot D_{x1}$ dan is:

$$\boxed{p_{x\varphi} = \left(Y_o + \frac{r_o}{s_o} Z_o\right) \sin \frac{s}{s_o}} \quad \ldots\ldots (18)$$

Eveneens moeten de momenten der normaalspanningen in een doorsnede ter plaatse x om de Y-as resp. Z-as evenwicht maken met de buigende momenten M_{xv} resp. M_{xh} door p_v resp. p_h. De spanningen $\sigma_x = \frac{n_x}{\delta}$ zijn echter niet de enige normaalspanningen in de doorsnede. Er zijn bovendien schuifkrachten langs de randen van de schaal; deze kunnen we opgenomen denken door gewichtloze randbalken van zodanige stijfheid, dat de rek van de balken even groot is, als die van de schaalranden. De normaalkrachten N in de randbalken berekent men het eenvoudigst door de schaal in twee stukken te verdelen langs de beschrijvende lijn door O_s, waarin de schuifspanning gelijk 0 is, en het evenwicht in langsrichting van elk der delen te bekijken: $N + \int \sigma_x \delta \, ds = 0$.

Stelt men in verband met de derde vergelijking (7)

$$-\sigma_x = c_2 \cos \frac{s}{s_o} \quad \ldots\ldots\ldots (19)$$

dan is:

$$\left.\begin{aligned} N_a &= \int_A^{O_s} c_2 \cos \frac{s}{s_o} \delta \, ds = -c_2 s_o \delta \sin \frac{s_a}{s_o} \\ N_b &= \int_{O_s}^{B} c_2 \cos \frac{s}{s_o} \delta \, ds = +c_2 s_o \delta \sin \frac{s_b}{s_o} \end{aligned}\right\} \quad \ldots\ldots (20)$$

Het moment om de Y-as wordt:

$$M_{xv} = -\int_A^B \sigma_x z \delta \, ds - N_a z_a - N_b z_b =$$

$$= c_2 \delta \left[\int_A^B \cos \frac{s}{s_o} z \, ds + s_o \sin \frac{s_a}{s_o} z_a - s_o \sin \frac{s_b}{s_o} z_b \right] =$$

$$= c_2 \delta s_o \left[\left(\sin \frac{s}{s_o} \cdot z \right) \Big|_A^B - \int_A^B \sin \frac{s}{s_o} dz + \right.$$

$$\left. + \sin \frac{s_a}{s_o} z_a - \sin \frac{s_b}{s_o} z_b \right] = -c_2 \delta s_o \int_A^B \sin \frac{s}{s_o} dz.$$

Het moment om de Z-as wordt op dezelfde wijze:

$$M_{xh} = +\int_A^B \sigma_x y \delta \, ds + N_a y_a + N_b y_b = +c_2 \delta s_o \int_A^B \sin \frac{s}{s_o} dy$$

Met behulp van (1) zijn de uitkomsten te herleiden tot:

$$\left.\begin{aligned} M_{xv} &= c_2 \delta s_o \int_A^B \sin \varphi \sin \frac{s}{s_o} ds = c_2 \delta s_o B_1 \\ M_{xh} &= c_2 \delta s_o \int_A^B \cos \varphi \sin \frac{s}{s_o} ds = c_2 \delta s_o B_2 \end{aligned}\right\} \quad \ldots (21)$$

Ook nu is $\frac{M_{xv}}{p_v} = \frac{M_{xh}}{p_h}$, zodat $M_{x1} = \frac{M_x}{p}$ niet van de richting van p afhangt.

Eliminatie van B_1 en B_2 uit (12), (13) en (21) geeft:

$$c_2 = \frac{1}{\delta s_o} \left(Y_o + \frac{r_o}{s_o} Z_o \right) \cos \frac{s}{s_o} M_{x1}$$

dus heeft men:

$$\sigma_x = -\frac{1}{\delta s_o} \left(Y_o + \frac{r_o}{s_o} Z_o \right) \cos \frac{s}{s_o} M_{x1} \quad \ldots (22)$$

$$n_x = \delta \sigma_x = -\frac{1}{s_o} \left(Y_o + \frac{r_o}{s_o} Z_o \right) \cos \frac{s}{s_o} M_{x1} \quad \ldots (23)$$

Stelt men $n_x = p_x M_{x1}$ dan is:

$$\boxed{p_x = -\frac{1}{s_o} \left(Y_o + \frac{r_o}{s_o} Z_o \right) \cos \frac{s}{s_o}} \quad \ldots (24)$$

waarmee de aequivalente belastingen gevonden zijn.

Gaan we thans over tot de schaal op 3 steunpunten met gelijke veldlengten L en belast met een gelijkmatig verdeelde belasting p. Om de verplaatsingen volgens (5) in rekening te brengen, denkt men zich het middelste steunpunt een bedrag $\triangle'$ gezakt. De vergelijking van CLAPEYRON verschijnt dan in de gedaante:

$$\boxed{\frac{pL^3}{24EI'}(1-\chi) - \frac{\triangle'}{L} = \frac{ML}{3EI'}(1+\omega)} \quad \ldots (25)$$

De verschillende grootheden uit deze vergelijking zullen we achtereenvolgens bepalen. Daartoe beschouwen we een gedeelte van de schaal, begrensd door de verticale vlakken ter plaatse van x en $x + dx$. De daarin opgehoopte vormveranderingsarbeid t.g.v. de schuifspanningen

$\tau_{x\varphi} = c_1 \sin \frac{s}{s_o}$ bedraagt:

$$dA_1 = \int_A^B \frac{\tau^2_{x\varphi}}{2G} \delta \, ds \, dx = \frac{c_1^2 \delta dx}{2G} \int_A^B \sin^2 \frac{s}{s_o} ds = \frac{c_1^2 \delta dx}{2G} B_3 \quad (26)$$

Hierin is $B_3 = \int_A^B \sin^2 \frac{s}{s_o} ds = \frac{l}{2} - \frac{s_o}{4} \left(\sin \frac{2s_b}{s_o} - \sin \frac{2s_a}{s_o} \right)$ (27)

Per definitie is $dA_1 = \frac{D_x^2 dx}{2\,GF'} = \frac{(D_{xv}^2 + D_{xh}^2)\,dx}{2\,GF'}$, of met (15):

$dA_1 = \frac{c_1^2 \delta^2 (B_1^2 + B_2^2) dx}{2\,GF'}$, waaruit door gelijkstelling met (26) volgt:

$$\boxed{GF' = \frac{G \delta (B_1^2 + B_2^2)}{B_3}} \quad \ldots\ldots (28)$$

Bij de berekening van de in genoemd schaaldeel opgehoopte arbeid t.g.v. de normaalkrachten $\sigma_x = -c_2 \cos \frac{s}{s_o}$ moeten we de arbeid van de beide randbalkkrachten N_a en N_b optellen. Zij verplaatsen zich over afstanden

$d\triangle L_a = \frac{\sigma_{xa}\, dx}{E}$ resp. $d\triangle L_b = \frac{\sigma_{xb}\, dx}{E}$.

Men vindt dan met behulp van (20):

$$dA_2 = \int_A^B \frac{\sigma_x^2}{2E} \delta \, ds \, dx + \tfrac{1}{2} N_a \, d\triangle L_a + \tfrac{1}{2} N_b \, d\triangle L_b =$$

$$= \frac{c_2^2 \delta \, dx}{2E} \int_A^B \cos^2 \frac{s}{s_o} ds + \frac{c_2^2 s_o \delta \, dx}{2E} \left(\sin \frac{s_a}{s_o} \cos \frac{s_a}{s_o} - \right.$$

$$\left. - \sin \frac{s_b}{s_o} \cos \frac{s_b}{s_o} \right) = \frac{c_2^2 \delta \, dx}{4E} \left[\int_A^B ds + \int_A^B \cos \frac{2s}{s_o} ds + \right.$$

$$\left. + s_o \left(\sin \frac{2s_a}{s_o} - \sin \frac{2s_b}{s_o} \right) \right] = \frac{c_2^2 \delta \, dx}{4E} \left[l - \frac{s_o}{2} \left(\sin \frac{2s_b}{s_o} - \right.\right.$$

$$\left.\left. - \sin \frac{2s_a}{s_o} \right) \right] \text{ of wegens (27):}$$

$$dA_2 = \frac{c_2^2 \delta \, dx}{2E} B_3 \quad \ldots\ldots (29)$$

Per definitie is $dA_2 = \frac{M_x^2\,dx}{2\,EI'} = \frac{(M_{xv}^2 + M_{xh}^2)\,dx}{2\,EI'}$,

of met (21): $dA_2 = \frac{c_2^2\delta^2 s_o^2(B_1^2+B_2^2)dx}{2\,EI'}$, waaruit door gelijkstelling met (29) volgt:

$$\boxed{EI' = \frac{E\,\delta\,s_o^2(B_1^2+B_2^2)}{B_3}} \quad \ldots\ldots (30)$$

Ten gevolge van een buigend moment M aan het uiteinde van de schaal op twee steunpunten met lengte L ontstaat een dwarskracht $D = \frac{M}{L}$. De optredende hoekverdraaiing is totaal:

$$\alpha' = \frac{ML}{3EI'} + \frac{D}{GF'} = \frac{ML}{3EI'}\left(1 + \frac{3\,EI'}{L^2GF'}\right)$$

Hieruit volgt dus $\omega = \frac{3\,EI'}{L^2GF'}$, of in verband met (28) en (30) en de betrekking $\frac{E}{G} = 2(1+\nu)$:

$$\boxed{\omega = \frac{6(1+\nu)\,s_o^2}{L^2}} \quad \ldots\ldots (31)$$

De dilatatie in axiale richting ten gevolge van de ringspanningen is volgens de eerste vergelijking (7):

$$\epsilon_x' = -\frac{\nu}{E}\frac{n_\varphi}{\delta} = \frac{\nu}{E\delta} Z_o r_o \cos\frac{s}{s_o}$$

Deze dilatatie denken we ons ontstaan door normaalspanningen

$$\sigma_x' = \frac{\nu}{\delta} Z_o r_o \cos\frac{s}{s_o}$$

ten gevolge van een constant buigend moment

$$M' = p\,\frac{\nu\,Z_o r_o}{Y_o + \frac{r_o}{s_o}Z_o}\,s_o \quad \ldots\ldots (32)$$

zoals uit (22) en $M_{x1} = \frac{M_x}{p}$ gemakkelijk blijkt.

De draaiing van de einddoorsnede van de schaal op twee steunpunten t.g.v. M' is $\frac{M'L}{2EI'}$, zodat $\chi = \frac{M'L}{2EI'} \Big/ \frac{pL^3}{24EI'} = \frac{12\,M'}{L^2p}$ of met (32):

$$\boxed{\chi = \frac{12\,\nu\,Z_o r_o s_o}{\left(Y_o + \frac{r_o}{s_o}Z_o\right)L^2}} \quad \ldots\ldots (33)$$

De hoekverandering tengevolge van de verplaatsingen bij de middelste verstijving volgens (5) is:

$$\gamma'_{x\varphi} = \frac{v}{L} = \frac{v_o}{L}\sin\frac{s}{s_o}$$

Deze hoekverandering denken we ons ontstaan door schuifspanningen:

$$\tau'_{x\varphi} = \frac{Gv_o}{L}\sin\frac{s}{s_o}$$

ten gevolge van een constante dwarskracht:

$$D' = p\,\frac{Gv_o}{L}\,\frac{\delta}{Y_o + \frac{r_o}{s_o}Z_o} \quad \ldots\ldots (34)$$

zoals weer uit (16) en $D_{x1} = \frac{D_x}{p}$ blijkt.

Substitueert men $p = \sqrt{p_v^2 + p_h^2}$ en de uitdrukkingen (12) en (13), dan vindt men:

$$D' = \frac{Gv_o\delta}{L}\sqrt{B_1^2 + B_2^2} \quad \ldots\ldots (35)$$

De draaiing van de einddoorsnede van de schaal op twee steunpunten t.g.v. D' is $\frac{D'}{GF'}$, zodat $\triangle' = \frac{D'L}{GF'}$ of met (35) en (28):

$$\boxed{\triangle' = v_o\frac{B_3}{\sqrt{B_1^2 + B_2^2}}} \quad \ldots\ldots (36)$$

Zo vinden we dus voor het overgangsmoment:

$$M = \frac{1}{8}pL^2\,\frac{1-\chi}{1+\omega} - \frac{3}{L^2}\frac{EI'\triangle'}{(1+\omega)} \quad \ldots\ldots (37)$$

Om het specifiek overgangsmoment M_1 te bepalen schrijven we de vergelijking van CLAPEYRON in de vorm:

$$\boxed{\frac{pL^3}{24EI'}(1-\chi-\zeta) = \frac{ML}{3EI'}(1+\omega)} \quad \ldots (38)$$

waarin de coëfficiënt ζ de invloed van zakking $\triangle'$ voorstelt.

Nu is $\frac{pL^3}{24EI'}\zeta = \frac{D'}{GF'}$ of $\zeta = \frac{24D'}{pL^3}\frac{EI'}{GF'}$.

Substitutie van de uitdrukkingen (28), (30) en (34) geeft ons dan:

$$\boxed{\zeta = \frac{24\,E\,\delta\,v_o s_o^2}{\left(Y_o + \frac{r_o}{s_o}Z_o\right)L^4}} \quad \ldots\ldots (39)$$

Het specifieke overgangsmoment wordt nu:

$$\boxed{M_1 = \frac{1}{8}L^2\,\frac{1-\chi-\zeta}{1+\omega}} \quad \ldots\ldots (40)$$

In deze uitkomst komen de integralen B_1, B_2 en B_3 niet voor. Vergelijkt men (40) met (10), dan blijkt dat:

$$A_1 = \frac{M_1}{L}\left(Y_o + \frac{r_o}{s_o}Z_o\right) \quad \ldots\ldots (41)$$

De membraanspanningen berekenen we nu als volgt:

$$D_{x1} = (\tfrac{1}{2}L - x) + \frac{M_1}{L}$$

$$M_{x1} = \tfrac{1}{2}x(L-x) - \frac{M_1}{L}(L-x)$$

Met behulp van de betrekkingen (18) en (24) leiden we hieruit af:

$$n_{x\varphi} = p_{x\varphi}\,D_{x1} = \left[\left(Y_o + \frac{r_o}{s_o}Z_o\right)(\tfrac{1}{2}L - x) + \frac{M_1}{L}\left(Y_o + \frac{r_o}{s_o}Z_o\right)\right]\sin\frac{s}{s_o}$$

$$n_x = p_x M_{x1} = -\left[\frac{1}{s_o}\left(Y_o + \frac{r_o}{s_o} Z_o\right) \tfrac{1}{2} x (L - x) - \right.$$

$$\left. - \frac{1}{s_o} \frac{M_1}{L} \left(Y_o + \frac{r_o}{s_o} Z_o\right)(L - x)\right] \cos \frac{s}{s_o}$$

Wegens de betrekking (41) komen deze uitkomsten precies met de laatste twee vergelijkingen (7) overeen.

We zullen nu de verkregen uitkomsten toepassen voor de berekening van de membraanspanningen tengevolge van het eigen gewicht in doorgaande schalen, wier doorsnedekromme symmetrisch is en verticale eindtangenten heeft, dus $\varphi_a = -\frac{\pi}{2}$ en $\varphi_b = +\frac{\pi}{2}$. Hieronder vallen de halve cirkel, de halve ellips, de cycloide en de kromme van WIEDEMANN.

De belasting wordt dan ontwikkeld in een reeks van deelbelastingen van de vorm (4). Voor het eigen gewicht geldt:

$$\left.\begin{aligned} X &= 0 \\ Y &= g \sin \varphi \\ Z &= g \cos \varphi \end{aligned}\right\} \quad \ldots\ldots\ldots (42)$$

als g het gewicht van de schaal per oppervlakte-eenheid is. Het punt O_s leggen we in de top van de kromme waar $\tau_{x\varphi} = 0$. We stellen nu:

$$\left.\begin{aligned} Y = g \sin \varphi &= \sum_{n=1}^{\infty} Y_n \sin n \frac{\pi s}{l} \\ Z = g \cos \varphi &= \sum_{n=1}^{\infty} Z_n \frac{l}{\pi r} \cos n \frac{\pi s}{l} \end{aligned}\right\} \quad \ldots (43)$$

Als een verstijving in zijn geheel een zakking $\triangle$ ondergaat, is de tangentiële verplaatsing van de schaal aldaar:

$$v = \triangle \sin \varphi \quad \ldots\ldots\ldots \quad (42a)$$

Dit wordt op dezelfde wijze in een reeks ontwikkeld als de belasting Y:

$$v = \triangle \sin \varphi = \sum_{n=1}^{\infty} v_n \sin n \frac{\pi s}{l}\,^{1)} \quad \ldots \quad (43a)$$

We hebben dus $s_o = \frac{l}{n\pi}$ en $r_o = \frac{l}{\pi}$ . . . . . (44)

In plaats van $\frac{l}{\pi}$ kunnen we ook schrijven de gemiddelde straal r_g, want

$$r_g = \frac{\int_A^B r\, d\varphi}{\int_A^B d\varphi} = \frac{\int_A^B ds}{\int_A^B d\varphi} = \frac{l}{\pi} \quad \ldots\ldots\ldots (45)$$

Substitueren we de uitdrukkingen (44) in de formules voor $p_{x\varphi}$, p_x, ω, χ en ζ dan vinden we:

$$\left.\begin{array}{ll} p_{x\varphi} = (Y_n + nZ_n) \sin n \frac{\pi s}{l} & (a) \\ p_x = -\frac{n}{r_g}(Y_n + nZ_n) \cos n \frac{\pi s}{l} & (b) \\ \omega_n = \frac{6(1+\nu)\, r_g^2}{n^2 L^2} & (c) \\ \chi_n = \frac{12\, \nu\, Z_n r_g^2}{n(Y_n + nZ_n) L^2} & (d) \\ \zeta_n = \frac{24\, E\, \delta\, v_n r_g^2}{n^2 (Y_n + n Z_n) L^4} & (e) \end{array}\right\} \quad \ldots (46)$$

[1]) Voor een halfcirkelvormige schaal is $\sin \frac{\pi s}{l} = \sin \varphi$. We vinden dan: $v_1 = \triangle$; $v_2 = v_3 = \ldots\ldots = 0$. Verder is voor de eerste harmonische $B_1 = B_3 = \frac{l}{2}$ en $B_2 = 0$, zodat volgens (36) : $\triangle' = \triangle$.

Het blijkt, dat de formules voor de harmonische belasting van de cirkelvormige schaal ook voor bovengenoemde gevallen gelden, mits men de straal a vervangt door de gemiddelde straal r_g en de middelpuntshoek φ door $\frac{\pi s}{l}$.

Voor de tweede vergelijking (43) schrijven we nog:

$$g \cos \varphi \,.\, \frac{r}{r_g} = \sum_{n=1}^{\infty} Z_n \cos n \frac{\pi s}{l}$$

en we vinden dus volgens FOURIER voor de constanten Y_n en Z_n (periode $2\,l$):

$$\left.\begin{aligned} Y_{2n-1} &= \frac{4g}{l} \int_0^{l/2} \sin \varphi \,.\, \sin n \frac{\pi s}{l}\, ds = \\ &= \frac{4g}{\pi} \int_0^{\pi/2} \frac{r}{r_g} \sin \varphi \sin n \frac{\pi s}{l}\, d\varphi \\ Z_{2n-1} &= \frac{4g}{l} \int_0^{l/2} \cos \varphi \,.\, \frac{r}{r_g} \,.\, \cos n \frac{\pi s}{l}\, ds = \\ &= \frac{4g}{\pi} \int_0^{\pi/2} \left(\frac{r}{r_g}\right)^2 \cos \varphi \cos n \frac{\pi s}{l}\, d\varphi \\ Y_{2n} &= Z_{2n} = 0 \end{aligned}\right\} \quad \ldots (47)$$

$$n = 1, 2, 3 \ldots$$

Deze vorm is zeer geschikt voor de toepassing op een schaal volgens WIEDEMANN. Noemen we de halve basis a, dan geldt hiervoor:

$$r = \frac{a}{\gamma + \frac{\pi}{4}} (\gamma + \cos \varphi) \qquad 0 \leqq \gamma \leqq \infty \;^{2)}$$

Als $\gamma = 0$ is $r = \frac{4a}{\pi} \cos \varphi$ (cycloide).

Als $\gamma = \infty$ is $r = a$ (cirkel).

De hoogte van de schaal volgt uit $h = \frac{a}{\gamma + \frac{\pi}{4}}(\gamma + \tfrac{1}{2})$.

Men leidt gemakkelijk af:

$$\left.\begin{aligned} r_g &= \frac{a}{\gamma + \frac{\pi}{4}} \left(\gamma + \frac{2}{\pi}\right) \\ \frac{r}{r_g} &= \frac{\gamma + \cos \varphi}{\gamma + \frac{2}{\pi}} \\ \frac{\pi s}{l} &= \frac{\gamma \varphi + \sin \varphi}{\gamma + \frac{2}{\pi}} \end{aligned}\right\} \quad \ldots\ldots (48)$$

We kiezen nu $\gamma = 1 - \frac{2}{\pi} = 0{,}36338$ en vinden voor de hoogte $h = 0{,}751\, a$. De kromme wijkt dus vrij sterk van een halve cirkel af. Voor de Fourier-coëfficiënten vinden we volgens (47) met de benaderingsformule van SIMPSON:

$Y_1 =$	0,884 g	$Z_1 =$	1,371 g
$Y_3 =$	−0,068 g	$Z_3 =$	−0,0040 g
$Y_5 =$	+0,021 g	$Z_5 =$	−0,0075 g

De hogere harmonischen blijken relatief klein te zijn.

Ter contrôle zullen we de resultaten van onze berekeningen toepassen op een schaal op 2 steunpunten met overspanning L en vergelijken met de uitkomsten van de directe

[2]) E. WIEDEMANN, Ein Beitrag zur Formgebung räumlich tragender Tonnenschalen (Ing. Archiv VIII, 301, 1937).

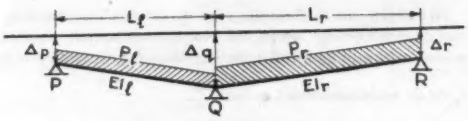


Fig. 2. De driemomentenstelling.

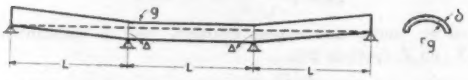


Fig. 3. Schaal op vier steunpunten met zakkingen.

integratie. Voor het laatste vinden we (x geteld van het midden van de schaal):

$$\left.\begin{aligned}
n_\varphi &= -\frac{g r_g}{\gamma + \frac{2}{\pi}} \cdot (\gamma + \cos\varphi)\cos\varphi \\
n_{x\varphi} &= -g\,x \cdot \frac{(2\gamma + 3\cos\varphi)\sin\varphi}{\gamma + \cos\varphi} \\
n_x &= -\frac{g\left(\gamma + \frac{2}{\pi}\right)(L^2 - 4x^2)}{8\,r_g} \cdot \\
&\cdot \frac{2\gamma + \left(2\gamma^2 + \frac{3}{2}\right)\cos\varphi + \left(3\gamma + \frac{3}{2}\cos\varphi\right)\cos 2\varphi}{(\gamma + \cos\varphi)^3}
\end{aligned}\right\} \quad (49)$$

Met behulp van (43), (18) en (24) leiden we af:

$$\left.\begin{aligned}
n_\varphi &= -Zr = -r_g \sum_{n=1}^{\infty} Z_n \cos n\frac{\pi s}{l} \\
n_{x\varphi} &= p_{x\varphi}\, D_{x1} = -x \sum_{n=1}^{\infty} (Y_n + nZ_n)\sin n\frac{\pi s}{l} \\
n_x &= p_x\, M_{x1} = -\frac{L^2 - 4x^2}{8\,r_g} \sum_{n=1}^{\infty} n\,(Y_n + nZ_n) \\
&\qquad \cos n\frac{\pi s}{l}
\end{aligned}\right\} \quad 50)$$

In onderstaande tabel zijn verzameld de uitkomsten van de exacte berekening en de eerste, tweede en derde benadering van de FOURIER-reeksen.

Bij de rand treden afwijkingen op, die voor n_x zelfs zo groot zijn, dat de uitkomsten onbruikbaar worden. De derde benadering is nauwelijks beter dan de tweede t.g.v. het feit, dat FOURIER-reeksen, die discontinue functies voorstellen, slechts langzaam convergeren. Voor de berekening van de schaal op 3 steunpunten zal dan ook een kunstgreep gebruikt worden, waardoor het mogelijk blijkt om met de berekening van slechts enkele FOURIER-termen te volstaan.

Het verloop van de spanningen n_x boven het middelste steunpunt is volgens (40) en (46*b*):

$$n_x = \frac{L^2}{8r_g} \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1 - \chi_n - \zeta_n}{1 + \omega_n}\, n\,(Y_n + Z_n)\cos n\frac{\pi s}{l}$$

Dit wordt nu als volgt gesplitst:

$$n_x = \frac{L^2}{8r_g} \sum_{n=1}^{\infty} n\,(Y_n + nZ_n)\cos n\frac{\pi s}{l} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (51)$$

$$-\frac{L^2}{8r_g} \sum_{n=1}^{\infty} \frac{\omega_n + \chi_n + \zeta_n}{1 + \omega_n}\, n\,(Y_n + nZ_n)\cos n\frac{\pi s}{l} \quad . \quad . \quad (52)$$

Voor de uitdrukking (51) kan volgens (49) en (50) geschreven worden:

$$\frac{g\left(\gamma + \frac{2}{\pi}\right)L^2}{8r_g} \cdot \frac{2\gamma + \left(2\gamma^2 + \frac{3}{2}\right)\cos\varphi + \left(3\gamma + \frac{3}{2}\cos\varphi\right)\cos 2\varphi}{(\gamma + \cos\varphi)^3}$$

De uitdrukking (52) convergeert snel, omdat ω_n, χ_n en ζ_n met toenemende n tot 0 naderen, Voor ω_n en χ_n vinden we met $\nu = 0{,}2$ en $\frac{S}{r_g} = 4$:

$\omega_1 = 0{,}450$	$\chi_1 = 0{,}091$
$\omega_3 = 0{,}050$	$\chi_3 = 0{,}0025$
$\omega_5 = 0{,}018$	$\chi_5 = 0{,}013$

De waarden van ζ_n zullen we berekenen met de volgende gegevens:

Zakking van het middensteunpunt $\triangle = 1$ mm

$E = 200.000$ kg/cm²

$g/\delta = 2400$ kg/m³

$r_g = 5{,}00$ m $\begin{cases} 2a \approx 11{,}50 \text{ m} \\ h \approx 4{,}30 \text{ m} \end{cases}$

$L = 20{,}00$ m

en men vindt dan:

$\zeta_1 = 1{,}22$

$\zeta_3 = 0{,}30$

$\zeta_5 = -0{,}16$

φ	0°	15°	30°	45°	60°	75°	90°	coëfficiënt van:
n_φ	—1,363	—1,284	—1,065	—0,757	—0,432	—0,161	0	gr_g
$n_{x\varphi}$	0	—0,706	—1,352	—1,881	—2,233	—2,334	—2,000	gx
n_x	—2,005	—1,971	—1,856	—1,609	—1,070	+0,403	+7,574	$\frac{g(L^2 - 4x^2)}{8\,r_g}$
$\frac{\pi s}{l}$	0°	20°16′50″	39°33′0″	56°52′0″	71°25′20″	82°35′50″	90°	
n_φ	—1,371 —1,367 —1,360	—1,286 —1,284 —1,286	—1,057 —1,059 —1,066	—0,749 —0,754 —0,752	—0,437 —0,440 —0,433	—0,177 —0,178 —0,174	0 0 0	gr_g
$n_{x\varphi}$	0 0 0	—0,782 —0,712 —0,696	—1,436 —1,366 —1,371	—1,888 —1,875 —1,891	—2,137 —2,182 —2,183	—2,237 —2,311 —2,298	—2,255 —2,335 —2,319	gx
n_x	—2,255 —2,015 —1,933	—2,115 —1,998 —2,016	—1,739 —1,854 —1,932	—1,233 —1,469 —1,449	—0,719 —0,917 —0,835	—0,290 —0,381 —0,332	0 0 0	$\frac{g(L^2 - 4x^2)}{8\,r_g}$

De eerste harmonische van het overgangsmoment is dus negatief; de membraanspanningen zijn groter dan in het geval van een niet doorlopende schaal, zelfs bij deze zeer geringe zetting. Als de verstijvingen niet vervormen en niet zakken, dus $\zeta_n = 0$, wordt de uitdrukking (52):

$$-\frac{gL^3}{8r_g}\left(0{,}842\cos\frac{\pi s}{l} - 0{,}012\cos 3\frac{\pi s}{l} - 0{,}0025\cos 5\frac{\pi s}{l}\ldots\right)$$

Voor de spanning $n_{s\varphi}$ kan een soortgelijke berekening opgesteld worden. De correctietermen zullen hierbij nog sneller tot 0 naderen.

De vorm waarin we de uitgebreide drie-momentenstelling kunnen brengen is de volgende (zie fig. 2):

$$\frac{p_l L_l^3}{24EI'_l}(1-\chi_l+\zeta_p-\zeta_q)+\frac{p_r L_r^3}{24EI'_r}(1-\chi_r-\zeta_q+\zeta_r)=$$
$$=M_p\left[\frac{L_l}{6EI'_l}(1-2\omega_l)\right]+M_q\left[\frac{L_l}{3EI'_l}(1+\omega_l)+\right.$$
$$\left.+\frac{L_r}{3EI'_r}(1+\omega_r)\right]+M_r\left[\frac{L_r}{6EI'_r}(1-2\omega_r)\right] \quad (53)$$

Een eenvoudige toepassing is een schaal op vier steunpunten met drie gelijke velden, waarvan de twee middelste steunpunten een gelijk bedrag gezakt zijn (zie fig. 3). In dit geval wordt de vergelijking per eenheid van belasting voor de n-de harmonische:

$$\frac{L^3}{24EI'}(1-\chi_n-\zeta_n)+\frac{L^3}{24EI'}(1-\chi_n)=$$
$$=M_1\left[\frac{L}{6EI'}(1-2\omega_n)\right]+M_1\left[2\frac{L}{3EI'}(1+\omega_n)\right]$$

en daaruit volgt voor het specifiek overgangsmoment:

$$M_1=\tfrac{1}{4}L^2\cdot\frac{2-2\chi_n-\zeta_n}{5+2\omega_n}\quad\ldots\ldots\quad(54)$$

Bij de berekening van de membraanspanningen in de schaal op twee steunpunten is gebleken, dat *een kleine verandering van de belasting een belangrijke afwijking van de spanningen* kan veroorzaken. Dit is een gevolg van het feit dat in de membraantheorie de afgeleiden naar s van de belastingen optreden, terwijl in de buigingstheorie de buigspanningen afhangen van de integralen van de belastingen. Voor een juist inzicht in de spanningstoestand van niet te dunne schalen zal de buigingstheorie dan ook niet gemist kunnen worden.

Verder blijken doorgaande schalen *bijzonder stijf* te zijn tegen *doorbuiging*. Een mogelijke zakking van de steunpunten zal steeds zorgvuldig bestudeerd moeten worden.

KORTE TECHNISCHE BERICHTEN

624.137.4(73)

Een toepassing van cellendamwand in Amerika

Op 25 mijl ten Z.O. van Pittsburgh wordt een 4-banige verkeersbrug gebouwd over de Monongahela River. Deze komt te rusten op twee landhoofden en elf pijlers. De meeste pijlers zijn gebouwd achter een stalen omringingsdamwand (ondiep water), doch de twee diepstreikende (in de vaargeul) achter een kistdam van cellendamwand (fig. 1). Deze „veel duurdere" methode was nodig wegens de grote funderingsdiepte (rots op 50′ onder rivierpeil) en om bij het optrekken van het betonwerk geen last te ondervinden van stempels: men wilde vrij zijn in de plaats van stortnaden.

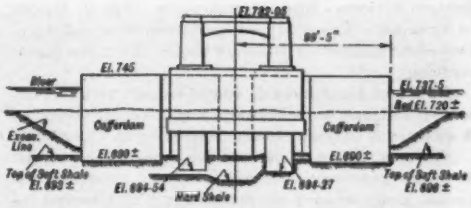


Fig. 1. Dwarsdoorsnede over de kistdam en pijler.

Fig. 2. De kistdam met de pijler.

De kistdam bestaat uit zes cellen met een diameter van 52′ en daartussen in kleinere cellen (fig. 2). Vóór het heien der grote cellen werd een houten mal geplaatst en standzeker gemaakt door zware stalen palen. De kleine cellen werden na de grote geheid. De cellen werden gevuld met opgebaggerd bodemmateriaal. Tegen ontgronding bij hoog water zijn de cellen afgedekt met een dunne betonlaag. Eén kleine cel is 3′ lager gehouden dan de andere cellen (voor het vollopen van de bouwput bij hoog water). De kistdam diende tevens voor werkterrein.

Het heien der cellen duurde in totaal een maand, het weer verwijderen de helft.

The Civil Engineering van Januari 1951. J. J.
Engineer, van 23 Maart 1951.

BOEKENNIEUWS

625/.627

Weg- en Waterbouwkunde, deel III, onder redactie van ir A. P. Potma †. Uitgave N.V. Uitg. Mij „Kosmos", Amsterdam; vierde druk, 309 pagina's met 211 figuren. Prijs geb. ƒ 13.50.

Deze vierde, herziene en verbeterde druk van deel III van de bekende „Kosmos"-serie, verzorgd door ir H. E. Boer en ir W. M. H. Engelberts, beiden leraren aan de M.T.S. te Leeuwarden, bevat weer enkele verbeteringen en aanvullingen ten opzichte van de vorige editie. Verschillende delen van „Weg- en Waterbouwkunde" werden reeds in dit tijdschrift besproken, en een bespreking over de algemene opzet en de wijze van behandeling van de stof in verband met de bestemming van het boek, kan derhalve thans wel achterwege blijven.

Het voor ons liggende deel III behandelt de „natte" waterbouwkunde, die in dit werk is verdeeld in de af-

delingen Rivieren - Rijsbouteonstructies - Dijken - Duinen en Stranden - Waterschappen, polders en droogmakerijen. Vanzelfsprekend bevat elk dezer hoofdstukken een onderverdeling.

Het is niet doenlijk om de inhoud van dit werk met een zo veelvuldigheid aan onderwerpen op de voet te volgen, en ik wil dan ook volstaan met een bespreking in vogelvlucht.

„Rivieren" zijn in al haar aspecten behandeld, zij het dat de meer theoretische onderwerpen die bij rivieren te pas komen, gezien de aard van het boek, vrij kort worden besproken (bv. zandtransport, berekening stuwkrommen e.d.); de practische problemen daarentegen kregen een uitgebreide beschrijving, waarvan ik bv. noem de verschillende soorten van opnemingen van riviergrootheden (dwarsprofiel - stroomsnelheid - afvoer); misschien staat dit voorbeeld veel wat niet zo zeer in een boek over waterbouwkunde thuis hoort, dan wel in een werk over Landmeters.

Rivierverbetering is ook opgenomen, en bij die van de beneden-rivieren wordt ook de verzilting, mitsgaders de middelen om deze tegen te houden, in het kort besproken (afdamming Brielse Maas en Botlek).

Na de rivierverbetering volgt de kanalisatie, waarbij de stuwen vanzelfsprekend de hoofdschotel vormen, al schiet de behandeling in enkele opzichten te kort. Gaarne zou ik bv. wat meer hebben gezien over eenvoudige vaste stuwen in kleine riviertjes en beekjes, omdat de categorie technici die dit boek gebruiken daar eerder hun krachten aan zullen te wijden krijgen dan aan b.v. een stuw van het type Linne. Fig. 6.03.02 is zeker niet gelukkig gekozen en had meer een principetekening moeten zijn, waarin b.v. zeker de maatregelen tegen achterloopsheid hadden moeten voorkomen. Automatische dakstuwen voeren voor dit werk te ver.

Nuttig is in dit gedeelte een beschrijving van een uitgevoerd voorbeeld van een kanalisatie, nl. die van de Maas met haar verschillende stuwtypen, culminerend in een verhandeling over de stuw van Lith, die voorlopig tot de modernste constructies kan worden gerekend (grote eenheden). Met een enkel woord wordt de Maas-kanalisatie in België besproken, waarbij enkele gegevens over de stuw bij Monsin worden verstrekt; ter vergelijking zou het aardig geweest zijn, wanneer ook de meer moderne stuw bij Ramet-Ivoz (gelaste stuwschuiven) ware besproken. Opgemerkt moge hier worden, dat hier ook enige beschouwingen over waterkrachtcentrales op haar plaats waren, omdat deze nauw geparenteerd zijn aan stuwen.

Aan rijsbouteonstructies (afdeling II), deze bij uitstek practische Hollandse Waterbouwkunde, is veel aandacht besteed, en de vele duidelijke figuren in dit hoofdstuk geven waardevolle gegevens voor hen die te maken hebben met oeververdedigingen, zinkwerken e.d.

Het hoofdstuk „Dijken" vangt aan met een kort historisch overzicht, aanvangende met de bekende wierdijken en eindigende met de moderne dijken van de IJsselmeerpolders, terwijl hierna de beginselen van rivierdijken en zeedijken met hun typische verschillen, op duidelijke wijze worden behandeld.

Het dichten van sluitgaten (Zuiderzee, Walcheren, Brielse Maas) is ook beschreven; hierbij zou echter het gedetailleerde verhaal over het bombardement op Walcheren, dat weinig terzake dienend is, beter vervangen kunnen worden door enige schema-tekeningen van de wijze waarop de afsluitings-pontons werden ingedreven. De verdediging van de dijksbelopen en een beschrijving van de afsluiting van de Zuiderzee besluiten dit hoofdstuk. (Wat doet hier in het hoofdstuk „Dijken" plotseling een beschrijving van de kunstwerken in de afsluitdijk?).

„Duinen en Stranden" (afdeling IV) geeft de eisen, waaraan deze zeekeringen bij een juiste verdediging moeten voldoen en details van de verschillende aan de Noordzeekust toegepaste verdedigingen worden in duidelijke tekeningen vertoond.

De laatste afdeling - Waterschappen, polders en droogmakerijen - is zeker niet de slechtste; alles wat met polders te maken heeft wordt, meestentijds vrij uitgebreid, behandeld. De schrijver begint met de beschrijving van waterschappen (wettelijke regelingen, waterschapsreglementen e.d.), waarna tot de technische uiteenzettingen over polders en droogmakerijen wordt overgegaan. Waterstanden, waterberging, waterleidingen, verkaveling, waterbezwaar, waterkering, waterlozing, al deze onderwerpen passeren de revue op een prettig beschreven wijze. Polderbemaling is ook niet vergeten, en hierbij worden het scheprad, de vijzel, de windmotor, de schroefpomp en de centrifugaalpomp breedvoerig en op duidelijke wijze verklaard. Zo ook de gebouwen, waarin deze worden geplaatst, met duidelijke aangifte van de vele details op welke bij het ontwerpen er van moet worden gelet.

Als voorbeeld van moderne polderbouw worden de inpolderingen in het IJsselmeer besproken, hetgeen uiteraard slechts zeer summier kan geschieden in de luttele pagina's, die er aan zijn gewijd. Opgemerkt moge worden, dat hierbij verschillende onjuistheden voorkomen, waarschijnlijk veroorzaakt, doordat deze werken nog in uitvoering zijn, zodat dan niet altijd van de laatste gegevens kan worden melding gemaakt; vermelding van plannen zoals van de kort geleden aangevangen werken van de Oosterpolder moet leiden tot onjuistheden, omdat de studies van vele details nog niet afgesloten zijn.

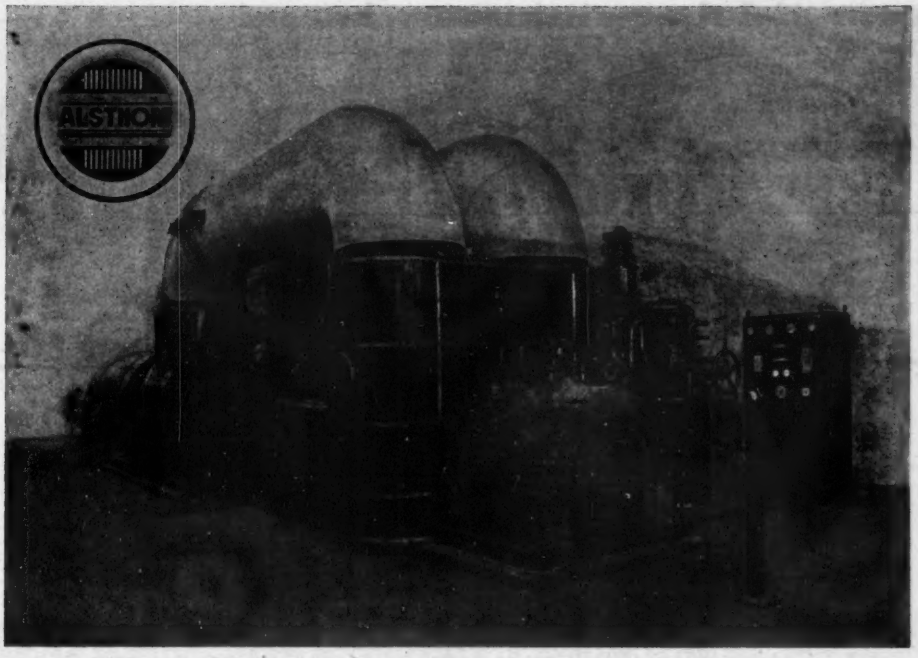
Het laatste onderwerp van het boek beschrijft de bouw van kleine kunstwerken in polders. Ik ben van mening, dat dit onderwerp beter bij de uitvoeriger behandeling in de betreffende delen behandeld kan worden (bruggen, duikers). Een zo onvolledige behandeling als hier is geschied is volkomen waardeloos.

Het gehele werk overziende, meen ik dat de Afdeling over polders, c.a het meest aantrekkelijke deel is, er staat meer in dan een M.T.S.er behoort te weten, en voor ingenieurs en a.s. ingenieurs, die met polders te doen hebben, geeft de behandelde stof een goed inzicht in het wezen en de inrichting van polders.

De uiterlijke verzorging is, zoals wij van de „Kosmos"-serie gewend zijn, zeer goed.

Ir J. C. LE NOBEL.

Inhoud BOUW- EN WATERBOUWKUNDE 11: Berekening van de membraanspanningen in doorgaande verstijfde cylindrische schalen van willekeurige vorm, door ir F. A. VREEDE. — Korte Technische Berichten: Een toepassing van cellendamwand in Amerika, door J.J. — Boekennieuws: Weg- en Waterbouwkunde, deel III, door ir J. C. LE NOBEL.



ALSTHOM TURBO-GENERATOR VAN 40.000 kW.

Vertegenwoordiging voor Nederland en Indonesië:
N.V. Algemeene Maatschappij voor Electriciteit C.G.E., Koninginnegracht 64, Den Haag — Telefoon 112010°.

AANNEMERSBEDRIJF **P. AAFJES**
BEVERWIJK

KANTOOR: C. H. MOENSSTRAAT 9 - TELEFOON K 2510-4158

GRONDWERKEN
WEGENBOUW
WATERBOUW
SPRINGWERK
SLOOPWERK

V.D. HEUVEL's
AANNEMINGS- & HANDELSBEDRIJF
Aannemers van grond-, water-, spoor- en wegenbouwkundige werken. Tevens uitvoering van alle voorkomende sloopwerken
ROTTERDAM-ZUID
DORDTSCHESTRAATWEG 869 - TELEFOON 73043-72458

Heetwaterinstallaties

Centrale Verwarming
Fabrieksinstallaties door stoom en heet water
Luchtbevochtiging en ontneveling
Oliestookinrichting
Industriële Drooginstallaties

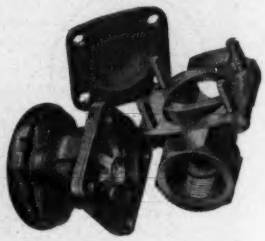
Wolter & Dros
INGENIEURSBUREAU AMERSFOORT

Bijkantoren: Amsterdam, Rotterdam en Vught

Opgericht 1878

Ga geen afsluiter zittingen schuren!

Laat de leidingen met rust. Maak geen verbindingen los. Verspil geen kostbare tijd en moeite met het moeilijke schuren van metalen zittingen. Het is veel eenvoudiger **SAUNDERS DIAFRAGMA AFSLUITERS** te monteren en wanneer dan na langdurig gebruik een nieuwe zitting wenselijk zou zijn, wordt slechts het deksel afgenomen en het oude diafragma door een nieuw vervangen. Zie afbeelding.



SAUNDERS DIAFRAGMA AFSLUITERS

SAUNDERS VALVE CO., LTD.
CWMBRAN — NEWPORT — MONMOUTHSHIRE — ENGLAND
Vert. in Nederland: ERIKS' PAKKING & RUBBER ALKMAAR

SWARTTOUW
SCHIEDAM

TANKS · GASHOUDERS
BRUGGEN
PIJPLEIDINGEN
GEBOUWEN
•
STAALCONSTRUCTIES

ERMETO

Ned. Octrooi

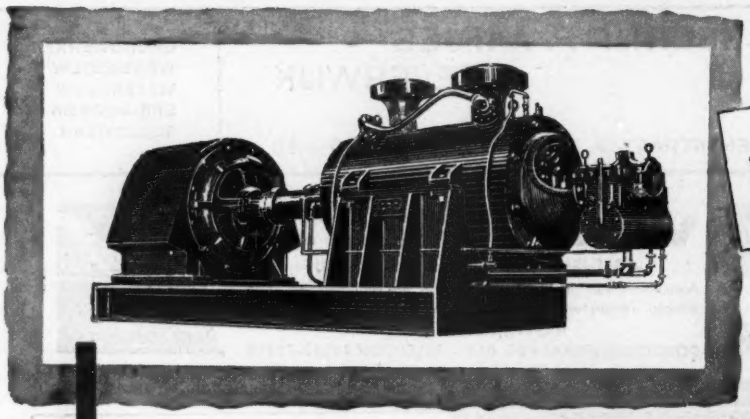
Patent

THANS NEDERLANDS FABRIKAAT

De veilige koppeling voor alle drukken in staal, koper en roestvrij staal.

Geen pijpvoorbereiding

c.v. P. L. W. DE RIDDER & Co.
Herengracht 167, Tel. 33323, AMSTERDAM (C)



Hoofdvoedingspomp
type CS voor 115 ato persdruk, aangedreven door een 1855 pk electromotor

B W BRONSWERK

voor **ketelvoeding**

in centrales en andere bedrijven de beroemde

WORTHINGTON

hogedruk centrifugaal pompen

ook voor: verticale scheepspompen
lucht- en koelcompressoren
Dieselmotoren
Stoomturbines
Turbogeneratoren
Condensers

N.V. BRONSWERK
Keizersgracht 447 · Amsterdam · Telefoon 33143

GEA- LUCHTVERHITTER en LUCHTKOELER

De warmtewisselaar met topprestaties

uitgevoerd met de beproefde elliptische
GEA-RIBBENBUIS

CONVECTOR VOOR RUIMTE-VERWARMING

ELEMENT VAN EEN VERHITTER

VENTILATOR-LUCHTVERHITTER VOOR RUIMTEVERWARMING

GEA-Luftkühler-Gesellschaft m.b.H. BOCHUM

Vert. A. Bugge — Vijverweg 4 — Wassenaar — Tel. 9786

N.V. NED. KOPER-METAAL INDUSTRIE
DELFT

KOPER
ALUMINIUM
ROESTVRIJSTAAL
APPARATENBOUW

ELECTROTECHNISCHE FABRIEK
„GeHa"

BREDA: Fabriek: Zandbergweg 34—38 — Tel. 6383
Kantoor: Acaciastraat 41 — Tel. 7657

Wikkelen van:

- draai- en gelijkstroommotoren
- transformatoren
- speciaal inrichting voor Auto-electriciteit

P A L Servicestation voor Noord-Brabant — Wico-service

N.V. ALGEMENE BOUWONDERNEMING
„ALBOUW" BREDA
KANTOOR: DELPRATSINGEL 1 — TELEFOON 7141

HEIFUNDERINGEN
UTILITEITSWERKEN GEWAPEND BETONWERKEN

U. S. M.

Uitvoering Sloopwerken en Metaalhandel te Stampersgat (N.-Br.)

NOORDZEEDIJK 132—140 • TELEFOON 248 en 300 (K 1651)

GROOTHANDEL IN NIEUWE EN HERBRUIKBARE MATERIALEN t.w.:

PLAATIJZER
STRIPPEN
RIJPLATEN
PIJPEN EN BOCHTEN
RAILS
VOETBLOKKEN EN SCHIJVEN
BALKEN I - U - DIN - AM. PROFIEL
PLAT - ROND - VIERKANT - HOEK - ZESKANT
OPSLAGTANKS
STOOMKETELS ETC.

- Druipwaterdicht,
- Geheel lichtmetaal,
- Naturel geanodiseerd,
- Perspex afscherming,
- Leverbaar voor 2, 3 of 4 fluorescentiebuizen 40 Watt,
- Leverbaar met parabolische reflector met hoge reflectiecoëfficient,
- Zeer eenvoudige montage.

INDUSTRIA

TEL 82860 P.O. BOX 569 ROTTERDAM

de trouwe brandwacht

voor elk bedrijf komt automatisch in actie, zodra ergens brand uitbreekt. Dan stort de doorgesmolten sprinkler een blussende waterregen op de beginnende brand en tegelijk luidt de alarm-bel. De brandverzekeringsmaatschappijen geven bij toepassing van onze installaties een ruime brandpremie-reductie.

Onze Sprinkler-installaties worden geheel overeenkomstig de voorschriften uitgevoerd.

vertegenwoordigers van „The Automatic Sprinkler Co. Ltd" Londen - Manchester.

Geveke & Co.

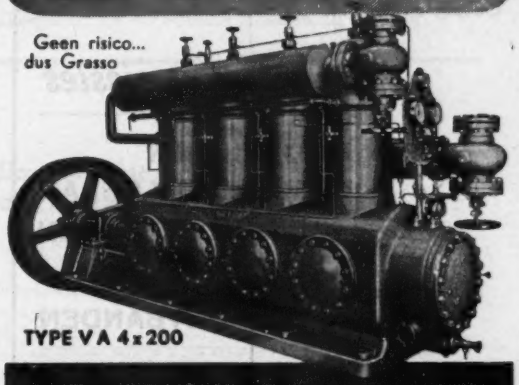
AMSTERDAM - SURABAJA

ROTTERDAM - NEW YORK - DJAKARTA - MEDAN

KOEL-INSTALLATIES

VOOR ELK DOEL

Geen risico... dus Grasso



TYPE V A 4 x 200

GRASSO's

MACHINEFABRIEKEN N.V., 's-HERTOGENBOSCH

KOMEETSTAAL DOETINCHEM

Nederlands fabrikaat - Zweeds staal
Onovertroffen kwaliteit - Uitstekende service

ADAM-DELFT

Gespecialiseerd in:

Kracht-Transmissies

- DRIJFRIEMEN
- COMPLETE V-SNAAR AANDRIJVINGEN
- TANDWIELEN
- TRANSPORTBANDEN

KWALITEITSPRODUCTEN SINDS 1823

N.V. DELFTSCHE LEERLOOIERIJ en DRIJFRIEMENFABRIEK v/h ALEX ADAM DELFT
Telefoon 30 en 87

Filiaal Rotterdam: Mathenesserplein 18 A, Telefoon 30048
Filiaal Deventer: Assenstraat 32, Telefoon 5280

TECALEMIT

LINE-O-MATIC

GEDOSEERDE SMERING

ambi N.V.
AMSTERDAM

MAURITSKADE 12 TEL 53127-53227

Zóveel Voordelen biedt alléén de

CEBHOL

ELASTISCHE KOPPELING

- GROTE BEDRIJFSZEKERHEID
- GERUISLOZE WERKING
- EENVOUDIGE MONTAGE

centreerfouten (1) en hartlijnafwijkingen (2) worden gecompenseerd

axiale verschuivingen (3) trillingen en stoten (4) worden opgevangen.

IMPORTEUR: FROWIJN & Co.

Apeldoorn - Amsterdam - Den Haag - Maastricht - Groningen

GIETSTAAL

van ***Allard***

Siemens-Martin en Electrostaal

Levering naar tekening of model; bewerkt of onbewerkt.
Gunstige levertijden.
Concurrerende prijzen.

VERTEGENWOORDIGERS

P. C. ANDRÉ DE LA PORTE & CO. N.V.

FLORAPARK 9 - HAARLEM
TELEFOONNUMMER 13890

LUCHTVAARTTECHNIEK

ORGAAN VAN DE VAKAFDELING LUCHTVAARTTECHNIEK VAN DE KONINKLIJKE NEDERLANDSCHE VEREENIGING VOOR LUCHTVAART

BIJDRAGEN EN BRIEVEN BESTEMD VOOR LUCHTVAARTTECHNIEK, TE ZENDEN AAN ir T. VAN OOSTEROM, SLOTERWEG 145, AMSTERDAM W.

533.6.011.4

Elementaire beschouwingen over ééndimensionale stromingstoestanden van samendrukbare media[1)]

door dr J. H. GREIDANUS

Summary: *Elementary considerations on one dimensional compressible flows.*

The basic properties of one dimensional gas flows are deduced from an elementary geometrical construction involving repeated corrections to either an incompressible accelerated flow or a compressible unaccelerated flow. Shock waves are elucidated as catching up phenomena of a supersonic flow in a gas cushion. As an explanation of the entropy law forbidding rarefaction shocks a perpetuum mobile of the second kind operating with such shocks is described.

I. Inleiding

Wanneer men de aërodynamica eenmaal heeft leren kennen als Leer der *langzame* luchtstromingen en op dit gebied eenmaal een ruime ervaring in geordende vorm heeft gebracht, daarbij steeds bevestigd vindend dat het stromende medium, lucht, inderdaad gevoegelijk als onsamendrukbaar kan worden beschouwd, blijkt het verwerven van een goed, fundamenteel, inzicht in het gedrag van zéér snel, supersoon, stromende lucht op moeilijkheden te stuiten. Sommige treffende eigenschappen van dergelijke stromingen krijgen zelfs een paradoxaal karakter, d.w.z., de samendrukbaarheid heeft consequenties die men op het eerste gezicht geneigd is niet voor mogelijk te houden. De oorzaak van deze moeilijkheden is daarin te zoeken, dat men niet direct overziet welke wijzigingen moeten worden aangebracht in het aanschouwelijke kinematisch-meetkundige beeld van het stromingsverschijnsel, waarop de physische interpretatie uiteindelijk neerkomt. Dit beeld wordt in de inleidende literatuur over stromingen van samendrukbare media inderdaad gewoonlijk niet expliciet in alle details opgebouwd, doch blijft opgesloten in wiskundige formules. Dit leidt licht tot de gebruikelijke toestand, dat men iedere volgende formule voortreffelijk uit de voorgaande kan afleiden, zonder nochtans de beschreven physische gebeurtenis werkelijk te hebben begrepen. Het hieronder volgende exposé moet worden opgevat als een poging dit tekort aan aanschouwelijkheid te verkleinen. Daar het niet de bedoeling is hierbij de precisie verloren te laten gaan, blijven de wiskundige formules hierbij hun rol vervullen.

2. Enkele eigenschappen van ideale gassen

Het stromende samendrukbare medium zal worden verondersteld een ideaal gas te zijn, dat is een gas welks statische toestandsvariabelen p = druk, T = abs. temperatuur en V = volume verbonden zijn door de vergelijking

$$\frac{pV}{T} = \text{const.} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (1)$$

Is G [kg] de gewichtshoeveelheid gas waarvan sprake is, dan is

$$G = g\,\rho\,V, \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (2)$$

g = gravitatieversnelling; ρ = gasdichtheid (= gasmassa per volume-eenheid). Derhalve kan de toestandsvergelijking ook in de vorm worden gebracht

$$p \cdot \frac{G}{g\rho} \cdot \frac{1}{T} = \text{const.}$$

of

$$p = g\rho RT \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (3)$$

waarin R een op de gewichtseenheid van het beschouwde gas betrokken constante is. Voor deze constante geldt de direct uit de eerste hoofdwet der thermodynamica af te leiden betrekking

$$R = J\,(c_p - c_v), \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (4)$$

J = mechanisch aequivalent van de warmte-eenheid, c_p, c_v = soort. warmten, bij const. druk en bij const. vol., betrokken op de gewichtseenheid v.h. gas.

Wordt het gas isotherm (dat is bij const. temperatuur) gecomprimeerd, dan geldt volgens (3)

$$\left(\frac{dp}{d\rho}\right)_{\text{isoth}} = gRT \text{ (wet van BOYLE).}$$

Bij dit proces wordt warmte naar de omgeving afgevoerd. Wordt deze warmteafgifte onmogelijk gemaakt, d.i. ge-

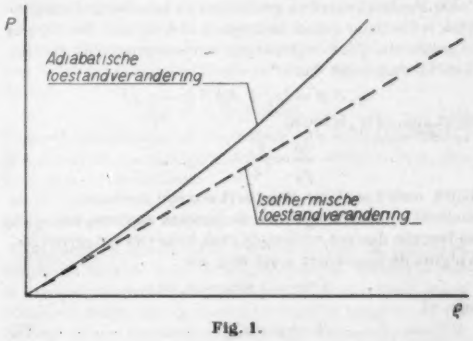


Fig. 1.

[1)] Voordracht gehouden op 30 Jan. 1951 voor de Ned. Ver. voor Luchtvaarttechniek.

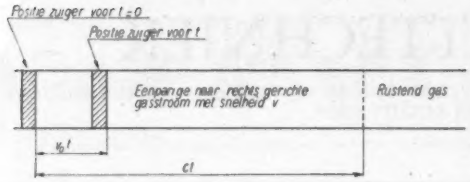


Fig. 2.

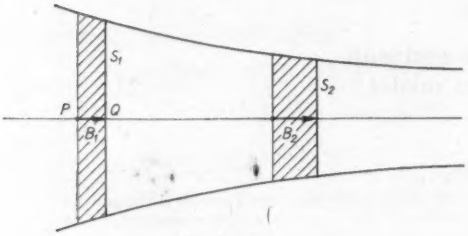


Fig. 3.

schiedt de compressie adiabatisch, dan treedt een temperatuurstijging op, waardoor het quotiënt $\frac{dp}{d\rho}$ wordt gewijzigd in

$$\left(\frac{dp}{d\rho}\right)_{\text{adiab}} = \kappa \,.\, gRT = \kappa \frac{p}{\rho}, \quad \ldots\ldots \quad (5)$$

$\kappa = \frac{c_p}{c_v}$ ($\approx \frac{5}{3}$ voor éénatomige en $\approx \frac{7}{5}$ voor tweeatomige gassen en mengsels daarvan, zoals lucht).

Uit (5) volgt door integratie de vergelijking

$$\frac{p}{\rho^\kappa} = \text{const.} \quad \ldots\ldots\ldots \quad (6)$$

v.d. adiabatische toestandsveranderingen.

Om thans, preamatuur, al even een stromingsgeval ter sprake te brengen, worde verondersteld dat het gas zich, aanvankelijk in volmaakte rust, bevindt binnen een cylinder, die aan één zijde door een zuiger is afgesloten, en die aan de andere kant in het oneindige verdwijnt. Op het moment $t = 0$ wordt de zuiger, uit de rust, met een kleine eenparige snelheid v_0 in de cylinder geschoven. Aangetoond kan worden, dat het gas in de cylinder deze beweging „en bloc" overneemt tot aan een grensdoorsnede, die met grote, eveneens eenparige, snelheid c op de cylinder vooruitijlt. Daarachter bevindt het gas zich vooralsnog in rust. Op het moment $t > 0$ ziet de stromingstoestand er volgens deze bewering aldus uit.

De toestand van het gas links van het discontinuïteitsvlak is blijkbaar geheel homogeen. Het volume van dit gas is gelijk aan $S(c - v_0)\,t$, tegen een oorspronkelijk volume $S\,ct$. Hieruit volgt dat

$$\rho_0 S\,ct = (\rho_0 + d\rho)\,S\,(c - v_0)\,t$$

moet zijn, of (v_0 is klein)

$$\frac{d\rho}{\rho_0} = \frac{v_0}{c} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (7)$$

Kijkt men 1 sec later, dan heeft nog een gasmassa $\rho_0 Sc$ de snelheid v_0 aangenomen, en de oorzaak daarvan kan geen andere zijn dan een verhoogde druk links van het grensvlak. Volgens de impulswet moet dan ook

$$S\,dp \times 1 \text{ sec.} = \rho_0 Sc\,v_0$$

zijn, of

$$dp = \rho_0\,c\,v_0 \,. \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (8)$$

Tot besluit moet aan de energiewet voldaan zijn. In de zojuist beschouwde seconde verplaatst het linkerwandje zich over een afstand v_0, waarbij de links erop werkende druk $p_0 + dp$ de arbeid $(p_0 + dp)\,S\,v_0$ verricht. Het rechterwandje verplaatst zich niet (!). Er is aan het eind van de seconde een kinetische energie ontstaan ten bedrage $\frac{1}{2}\rho_0\,S\,c\,v_0^2$. Verder is echter ook de temperatuur van het gas veranderd. Daar warmte-uitwisselingen uitgesloten zijn moet dus gelden

$$(p_0 + dp)\,S\,v_0 = \tfrac{1}{2}\rho_0\,S\,c\,v_0^2 + J\,\rho_0\,S\,c\,g\,c_v\,dT\,.$$

De laatste term geeft de verandering der thermische energie weer, J is het mechanisch aequivalent van de warmte-eenheid. Uit de formule blijkt dat het ontstaan van kinetische energie een effect van de tweede orde is, en dat in de tot nu toe steeds aangehouden eerste benadering

$$p_0\,v_0 = J\,\rho_0\,c\,g\,c_v\,dT$$

moet zijn. Volgens (3) is echter

$$\frac{dp}{p_0} = \frac{d\rho}{\rho_0} + \frac{dT}{T_0},$$

en dus wordt, tevens met (4) rekening houdend

$$p_0\,v_0 = R\,\frac{c_v}{c_p - c_v}\,\rho_0\,c\,g\,T_0\left(\frac{dp}{p_0} - \frac{d\rho}{\rho_0}\right),$$

of, wederom volgens (3),

$$v_0 = \frac{c}{\kappa - 1}\left(\frac{dp}{p_0} - \frac{d\rho}{\rho_0}\right) \quad \ldots\ldots\ldots \quad (9)$$

Uit (7), (8) en (9) volgt direct

$$v_0 = \frac{c}{\kappa - 1}\left(\frac{\rho_0\,c\,v_0}{p_0} - \frac{v_0}{c}\right)$$

of

$$c^2 = \kappa\,\frac{p_0}{\rho_0}, \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (10)$$

de bekende formule voor de voortplantingsnelheid van het geluid in het gas.

De uitbreiding van het geluid van uniforme stroming van het gas geschiedt dus met de snelheid van het geluid.

Uit (8) en (9) volgt nog

$$\frac{dp}{\rho_0\,c} = \frac{c}{\kappa - 1}\left(\frac{dp}{p_0} - \frac{d\rho}{\rho_0}\right),$$

of, na substitutie van (10),

$$\frac{dp}{d\rho} = \kappa\,\frac{p_0}{\rho_0},$$

zodat de toestandsverandering van het gas aan de vergelijking (5) der omkeerbare adiabatische veranderingen voldoet. Zowel dit resultaat, als de uitkomst voor de voortplantingssnelheid van de stoot, zijn gebonden aan de veronderstelde kleinheid van de opgelegde snelheid v_0.

Het hier bestudeerde uiterst simpele stromingsverschijnsel vormt de sleutel tot de interpretatie van vele gebeurtenissen die zich afspelen in supersone stromingsvelden. De te memoreren conclusie luidt:

De moleculaire botsingen, die verantwoordelijk zijn voor de verspreiding van een opgelegde kleine wijziging van de stromingstoestand van een gas, kunnen deze wijziging slechts met de eindige geluidssnelheid c doorgeven. De wijziging wordt in principe quantitatief doorgegeven.

3. De continuïteit van stationnaire stromingen

Uit een willekeurig *stationnair* stromingsveld wordt een stroombuis gelicht, d.i. een buis waarvan de wand uit stroomlijnen bestaat en die dus, ware er geen inwendige wrijving, gerust door een materieel vlak zou mogen worden vervangen zonder de stroming in het geringst te beïnvloeden. De stroombuis zij zo nauw, dat de stroomsnelheid in alle punten van éénzelfde dwarsdoorsnede vrijwel gelijk is.

Ter vergemakkelijking van de aanschouwing worde tenslotte nog aangenomen, dat de buis een rechte as heeft. Men mag natuurlijk ook aldoor aan een materiële buis denken.

Wanneer nu door een willekeurig gekozen dwarsdoorsnede I (fig. 3) met oppervlak S_1 in één seconde de stof stroomt die in het blok B_1 aanwezig is, dan moet, omdat:

a. geen materie in het niet kan verdwijnen of uit het niet kan ontstaan;

b. het stationnair karakter van de stroming *tijdelijke* concentraties van physische stof in enig deel van de buis uitsluit

door een willekeurige andere dwarsdoorsnede II per seconde een blok B_2 stromen, waarin *precies dezelfde hoeveelheid materie aanwezig is als in het blok* B_1.

Nu verplaatst het in het randpunt P van het blok B_1 aanwezige gasdeeltje zich in de eerstvolgende seconde naar het punt Q, omdat het blok B_1 de doorsnede S_1 in die seconde immers precies passeren moet. De afstand $\overline{PQ}$ is dus de in een seconde door deeltjes der stromende stof ter plaatse van de doorsnede I afgelegde weg en is derhalve numeriek gelijk aan de stroomsnelheid ter plaatse I. De volumina van de blokken B_1 en B_2 bedragen dus resp. $S_1 v_1$ en $S_2 v_2$. Is nu ρ de hoeveelheid materie aanwezig in de volume-eenheid, d.i. de massadichtheid, dan moet dus

$$\rho_1 S_1 v_1 = \rho_2 S_2 v_2$$

zijn (ρ kan zich langs de buis wijzigen, of, daar de doorsneden willekeurig gekozen waren

$$\rho S v = \text{const.} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (11)$$

Indien de middenstof *onsamendrukbaar* is, is *bij definitie* ρ constant. In dat geval gaat (11) dus over in

$$S v = \text{const.} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (12)$$

De „wet" (11) is het direct resultaat van een elementaire kinematisch-meetkundige beschouwing, het substratum van alle physische interpretaties.

4. De druk in een stroombuis

De stof die zich in het blok B_1 bevindt dat in de eerstvolgende seconde door de doorsnede $S(\xi)$, met de coördinaat ξ, van de buis stroomt (zodat de dikte van dit blok weer numeriek gelijk is aan v), is dt seconden later aangekomen bij de doorsnede

$$S(\xi + d\xi) = S(\xi + v\,dt).$$

Zij vult dan het blok B_2 (fig. 4). De snelheid der voortbeweging verandert daarbij in het algemeen. Volgens de grondwet der mechanica, de wet van NEWTON, moeten snelheidsveranderingen echter het gevolg zijn van krachten. In het gegeven geval is de op het blok B_1 werkende kracht een uitvloeisel van de in de buis optredende drukken. Zij deze ter plaatse ξ gelijk aan $p(\xi)$, dan werkt op het blok B_1 dientengevolge een over het rechterzijvlak verdeelde, naar links gerichte, kracht $p(\xi)\,S(\xi)$. Evenzo werkt op het linkerzijvlak een naar rechts gerichte kracht [2]) (de dikte van het blok is numeriek gelijk aan $v(\xi)$)

$$\left\{p(\xi) - \frac{dp(\xi)}{d\xi}\,v(\xi)\right\}\,S(\xi),$$

zodat de resulterende kracht op het beschouwde blok gelijk wordt aan

$$\left\{p - \frac{dp}{d\xi}\,v\right\}\,S - p\,S = -\frac{dp}{d\xi}\,v\,S.$$

[2]) Het linkerzijvlak is (in fig. 4) eigenlijk iets groter dan het rechterzijvlak. Men kan hiervan bij de berekening van de kracht echter afzien, omdat de kracht op het „overschietende" gebied in eerste benadering wordt gecompenseerd door de axiale component van de kracht die door de schuine stroombuisring op het beschouwde blok wordt uitgeoefend.

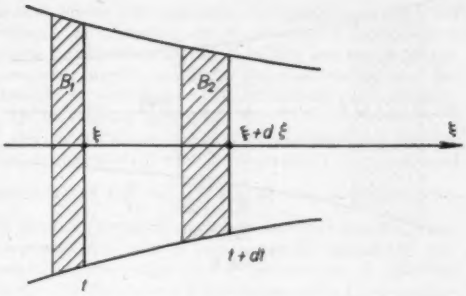


Fig. 4.

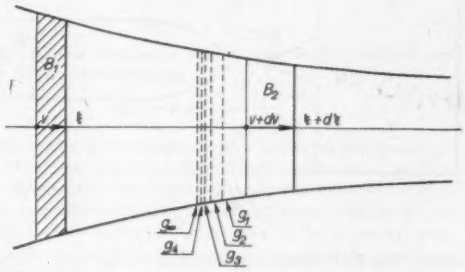


Fig. 5.

De versnelling van de beweging is echter gelijk aan

$$\frac{dv}{dt} = \frac{v(\xi + d\xi) - v(\xi)}{dt} = \frac{1}{d\xi}\left\{v(\xi) + \frac{dv(\xi)}{d\xi}\,d\xi - \right.$$

$$\left. - v(\xi)\right\}\,\frac{d\xi}{dt} = \frac{dv(\xi)}{d\xi}\cdot\frac{v(\xi)\,dt}{dt} = v(\xi)\,\frac{dv(\xi)}{d\xi}.$$

Verder is de massa van het blok gelijk aan

$$\rho(\xi)\,S(\xi)\,v(\xi).$$

Derhalve moet gelden

$$\rho\,S\,v\,.\,v\,\frac{dv}{d\xi} = -\frac{dp}{d\xi}\,v\,S$$

of

$$\rho\,v\,dv = -\,dp \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (13)$$

welke formule aangeeft hoe druk- en snelheidsveranderingen langs de as van de buis aan elkaar zijn gekoppeld. Versnelt de stroming zich ergens ($dv > 0$), dan moet de druk daar ter plaatse stroomafwaarts afnemen ($dp < 0$). Als het vanzelf spreekt, dat voor een versnelling ener materiële beweging een in de bewegingsrichting werkzame kracht nodig is, dan spreekt ook deze conclusie vanzelf.

Is het stromende medium *onsamendrukbaar* (ρ constant), dan volgt uit (13) door integratie direct de wet van BERNOULLI

$$\tfrac{1}{2}\,\rho\,v^2 + p = \text{const.} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (14)$$

voor alle punten van de stroombuis. Als de traagheidswet van NEWTON met het physisch gevoel overeenstemt, dan doet de wet (14) dat ook.

5. Convergerende subsone stroming

De variaties, die de dikte van het gasblok B_1 (fig. 3) op zijn tocht door de buis ondergaat (waarbij het wordt verondersteld steeds dezelfde gasdeeltjes te bevatten) geven een direct beeld van de snelheidsverdeling langs de as van de buis. Indien het stromende medium *onsamendrukbaar* is,

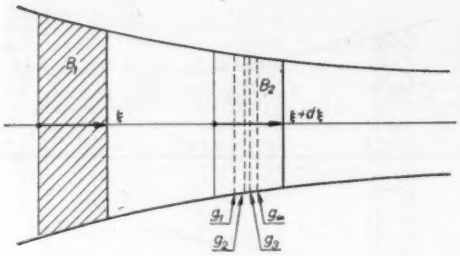


Fig. 6.

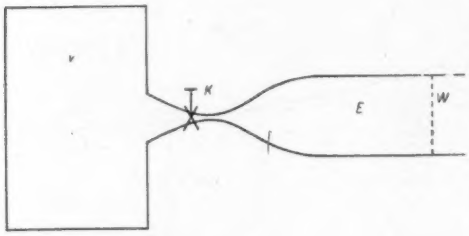


Fig. 7.

volgen deze diktevariaties direct uit de meetkundige voorwaarde (12), dat het *volume* van het blok steeds hetzelfde moet blijven. Het stromingsverschijnsel kan in dit geval dus door een wel uiterst eenvoudig kinematisch-meetkundig proces worden voorgesteld, een proces dat geacht mag worden het maximum aan physische interpretatie te bevatten dat bereikbaar is. Is de snelheidsverdeling eenmaal bekend, dan kunnen de drukverschillen, wederom in het incompressibele geval, aan de wet van BERNOULLI worden ontleend.

Wanneer het medium samendrukbaar is, worden de dikteveranderingen van het blok niet meer beheerst door de eenvoudige wet (12), maar moet met (11) worden gerekend, gecomplementeerd met veronderstellingen aangaande de samendrukbaarheid. De „interpretatie" bevat in dat geval dus onvermijdelijk méér schakels. Men kan in dit geval tot een volledige interpretatie komen door uit te gaan van het geval van een onsamendrukbaar medium, dat gemakkelijk kan worden overzien, en de consequenties der samendrukbaarheid in daarop aan te brengen wijzigingen uit te drukken. De „in het lage snelheidsgebied opgegroeide" aërodynamicus zal „van nature" beproeven langs deze weg zijn inzicht op te bouwen. De redenering is als volgt:

Het „gasblok", dat in dt sec van de doorsnede $S(\xi)$ naar de doorsnede $S(\xi+d\xi)$ = (in grootte) $S(\xi)+\frac{dS(\xi)}{d\xi}v(\xi)\,dt$ stroomt, ondergaat daarbij een snelheidsverandering dv, die uitsluitend door de verandering dS van het oppervlak van de dwarsdoorsnee zou worden bepaald als het gas onsamendrukbaar was. Immers, volgens (12) ware dan

$$\frac{dv}{v}=-\frac{dS}{S}.$$

Volgens (13) zou hiermee een drukverandering

$$dp=-\rho\,v\,dv=\rho\,v^2\frac{dS}{S}\quad\ldots\ldots\quad(15)$$

gepaard gaan. In het gekozen geval is dS negatief, dv positief en dp weer negatief.

Edoch, is de stof samendrukbaar, dan beïnvloedt deze drukverandering onvermijdelijk het volume (van het gasblok) en derhalve de daarin optredende massadichtheid. Wordt aangenomen dat uitwisseling van hoeveelheden warmte niet optreedt, dan wordt deze dichtheidsverandering gegeven door de adiabatendifferentiaal

$$d\rho=\frac{\rho\,dp}{\kappa p}=\frac{dp}{c^2}\ \text{(zie (5) en (9)).}$$

De dichtheidsverlaging, die met de drukverlaging (15) gepaard moet gaan, bedraagt dus

$$d\rho=\rho\frac{v^2}{c^2}\frac{dS}{S}.\quad\ldots\ldots\ldots\quad(16)$$

De dienovereenkomstige vergroting van het volume van het gasblok B_1 moet tot uitdrukking komen in een vergroting van zijn dikte, hetgeen in fig. 5 is aangegeven door het linker grensvlak naar de geschatte positie g_1 te verschuiven. Daar deze dikte numeriek tevens de locale stroomsnelheid aangeeft volgt hieruit echter, dat de veronderstelde snelheidsverhoging te klein is genomen. Dit klopt, want bij een samendrukbaar medium mag deze verhoging niet aan (12) worden ontleend, doch moet de „wet" (11), eisende

$$\frac{dv}{v}+\frac{dS}{S}+\frac{d\rho}{\rho}=0\quad\ldots\ldots\ldots\quad(17)$$

worden toegepast. Wordt hierin de in eerste instantie gevonden dichtheidsverandering (16) ingevuld, dan volgt,

$$\left(\frac{dv}{v}\right)_2=-\frac{dS}{S}-\frac{v^2}{c^2}\frac{dS}{S}=-\left(1+\frac{v^2}{c^2}\right)\frac{dS}{S}\quad\ldots(18)$$

waaruit blijkt dat de snelheidstoename in reden $\left(1+\frac{v^2}{c^2}\right)$ is vergroot. Uiteraard, echter, kan deze versterkte versnelling alleen door een eveneens vergrote drukafval zijn veroorzaakt.

Inderdaad levert (13) thans

$$(dp)_2=-\rho\,v\,dv=\rho\,v^2\left(1+\frac{v^2}{c^2}\right)\frac{dS}{S}.\quad\ldots(19)$$

Derhalve is echter de expansie weer onderschat. In stede van (16) komt er

$$(d\rho)_2=\frac{1}{c^2}(dp)_2=\rho\frac{v^2}{c^2}\left(1+\frac{v^2}{c^2}\right)\frac{dS}{S}.\quad\ldots\ldots(20)$$

De binnengrens van het blok B_1 (fig. 5) moet dus nog verder worden verlegd, stel naar de positie g_2. Dit wijst echter opnieuw op een verhoging van de snelheid, waarvoor (17) in derdaad levert

$$\left(\frac{dv}{v}\right)_3=-\frac{dS}{S}-\frac{v^2}{c^2}\left(1+\frac{v^2}{c^2}\right)\frac{dS}{S}=-$$
$$-\left(1+\frac{v^2}{c^2}+\frac{v^4}{c^4}\right)\frac{dS}{S}.\quad\ldots\ldots\ldots\quad(21)$$

Het is duidelijk dat dit terugkoppelend correctieproces ongelimiteerd moet worden voortgezet. Wat daarbij uiteindelijk voor de dag komt wordt formeel voorgesteld door

$$\left(\frac{dv}{v}\right)_\infty=-\left(1+\frac{v^2}{c^2}+\frac{v^4}{c^4}+\frac{v^6}{c^6}+\ldots\text{ad inf.}\right)\frac{dS}{S}\quad..(22)$$

De grens van het blok B_2 in fig. 5 moet steeds meer naar links worden verschoven, waarbij alleen dan een bepaalde limietpositie te voorschijn komt als de reeks in (22) convergeert. Deze convergentie is, de reeks is een gewone meetkundige reeks, aanwezig mits

$$\frac{v}{c}<1$$

d.w.z. mits de stroming *subsoon* is. De som kan dan tevens direct worden opgeschreven, waarbij (22) overgaat in

$$\frac{dv}{v}=-\frac{1}{1-\frac{v^2}{c^2}}\cdot\frac{dS}{S}\quad\ldots\ldots\ldots\quad(23)$$

Daar dezelfde formule voor het onsamendrukbare medium de gedaante

$$\left(\frac{dv}{v}\right)_{\text{incompr.}} = -\frac{dS}{S} \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; (24)$$

heeft, wordt het expansieverschijnsel, dat in de convergerende subsone stroming van een samendrukbaar medium optreedt, weergegeven door de factor

$$\frac{1}{1 - \frac{v^2}{c^2}} \, .$$

Deze beschouwingen leren, dat de stroomsnelheid in een convergerende stroombuis de geluidssnelheid nooit kan bereiken, daar de expansie daartoe volgens (23) een oneindig grote versnelling nodig maakt. De geluidssnelheid kan hoogstens effectief bereikt worden als $\frac{dS}{S}$ nul zou worden, dat is als de convergentie ergens nul wordt, de buisdoorsnee ergens derhalve een minimum bereikt. De in een keelvormig uitstroomstuk van de convergerende buis bereikbare werkelijke stroomsnelheid (die dus mogelijk tot de geluidsnelheid zou kunnen oplopen) wordt nog verder beperkt, doordat de in alle formules optredende geluidsnelheid zelf niet constant is. Immers, het stromende gas ondergaat op zijn tocht door de buis een adiabatisch verlopende expansie, die met een temperatuurdaling gepaard gaat. Het quadraat van de geluidssnelheid is echter evenredig met de absolute temperatuur. Men vindt

$$\frac{dc^2}{c^2} = (\kappa - 1) \frac{v^2/c^2}{1 - v^2/c^2} \cdot \frac{dS}{S} \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; (25)$$

Uit (23) en (25) volgt verder

$$\frac{dc^2}{c^2} = -(\kappa - 1) \frac{v^2}{c^2} \cdot \frac{dv}{v}$$

of

$$dc^2 = -\frac{\kappa - 1}{2} dv^2$$

hetgeen direct kan worden geïntegreerd tot

$$c^2 + \frac{\kappa - 1}{2} v^2 = \text{const.} \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; (26)$$

hetgeen de eenvoudigste vorm is waarin de wet van BERNOULLI voor samendrukbare stromingen kan worden geschreven. Is c_o de geluidsnelheid voor $v = 0$, d.i. de geluidsnelheid die geldt voor het zeer wijde deel van de stroombuis, dan volgt voor de grootste snelheid, $v_{\text{krit}} = c_{\text{krit}}$, wellicht bereikbaar in een keelstuk aan het eind van de buis

$$v_{\text{krit}}{}^2 + \frac{\kappa - 1}{2} v_{\text{krit}}{}^2 = c_o{}^2$$

$$v_{\text{krit}} = \frac{c_o}{\sqrt{\kappa + 1}} \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; (27)$$

De conclusie is, dat in de convergerende subsone stroming van een (samendrukbaar) gas een stroomafwaarts progressieve expansie optreedt die de stroomsnelheid, vergeleken bij de overeenkomstige stroming (met gelijke snelheid in het wijde deel van de buis) van een onsamendrukbaar medium, aanzienlijk verhoogt, echter zonder dat in het convergente stuk de locale geluidsnelheid ooit kan worden bereikt.

6. Convergerende supersone stroming

Kon men bij de convergerende subsone stroming de expansies waartoe de samendrukbaarheid aanleiding geeft, eerst, d.i. in het wijde stuk van de buis, wel verwaarlozen en ze pas naderhand via een correctieprocedure invoeren, zo kan bij de convergerende ééndimensionale *supersone* stroming de vertraging van de stroming in eerste aanleg buiten beschouwing blijven en alleen met de opgelegde compressie worden gerekend. Ook daarmee is weer een „basisgeval" verkregen met direct evidente eigenschappen.

De werkwijze is als volgt:

Het gasblok B_1 dat zich in dt sec. met supersone snelheid van de doorsnede ξ naar de doorsnede $\xi + v(\xi)\,dt$ (met oppervlakken $S(\xi)$ en $\frac{dS(\xi)}{d\xi} v(\xi)\,dt$) stort, ondergaat daarbij door de vernauwing van de buis onvermijdelijk een *compressie*, die, daar de erin aanwezige massa niet verandert, onvermijdelijk tot een verhoging van de dichtheid moet leiden. Hierbij wordt dus aangenomen, dat er vooralsnog geen reden is om wijzigingen te brengen in de dikte van het blok. Quantitatief wordt, kennelijk,

$$d\rho = -\rho \frac{dS}{S} \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; (28)$$

Edoch, deze compressie gaat onvermijdelijk gepaard met de kleine drukverhoging

$$dp = c^2\,d\rho = -c^2 \rho \frac{dS}{S} \, .$$

Dan echter is de oorspronkelijke veronderstelling niet geheel correct, immers, deze drukverhoging moet het gasblok in geringe mate afremmen, de snelheid moet kleiner worden en de daarmee numeriek overeenkomende dichtheid dus ook. De linkergrens van het blok zal, in fig. 6, dus iets naar rechts moeten worden verschoven, zeg naar de positie g_1. Quantitatief is

$$dv = -\frac{dp}{\rho v} = \frac{c^2}{v} \frac{dS}{S} \text{ (negatief wegens } dS < 0),$$

terwijl de door de verkleining van de dikte van het blok aangebrachte *extra* compressie het nodig maakt (28) via (11) te vervangen door

$$\left(\frac{d\rho}{\rho}\right)_2 = -\frac{dS}{S} - \frac{dv}{v} = -\frac{dS}{S} - \frac{c^2\,dS}{v^2\,S} = -\left(1 + \frac{c^2}{v^2}\right)\frac{dS}{S}.$$

Het is duidelijk dat hiermee weer een terugkoppelend correctieproces is ingeleid. Men komt eerst terecht bij de gecorrigeerde drukverhoging

$$(dp)_2 = c^2\,d\rho = -\rho\,c^2 \left(1 + \frac{c^2}{v^2}\right)\frac{dS}{S}$$

en vindt in aansluiting daarop de iets versterkte vertraging

$$(dv)_2 = -\frac{dp}{\rho v} = \frac{c^2}{v}\left(1 + \frac{c^2}{v}\right)\frac{dS}{S},$$

die het nodig maakt de grens g_1 van het gasblok B_2 in fig. 6 verder te verschuiven, naar g_2. Dit impliceert een versterkte compressie, enz.

De eindformules worden

$$\left(\frac{d\rho}{\rho}\right)_\infty = -\left(1 + \frac{c^2}{v^2} + \frac{c^4}{v^4} + \ldots \text{ ad inf.}\right)\frac{dS}{S}$$

$$\left(\frac{dv}{v}\right)_\infty = \frac{c^2}{v^2}\left(1 + \frac{c^2}{v^2} + \frac{c^4}{v^4} + \ldots \text{ ad inf.}\right)\frac{dS}{S}$$

die correct interpreteerbaar blijven als de erin optredende meetkundige reeksen maar convergeren, hetgeen zij doen voor

$$\frac{c}{v} < 1,$$

d.i. als de stroming maar supersoon is. Sommeert men de reeksen, dan krijgt men de reeds bekende formules terug.

$$\frac{d\rho}{\rho} = \frac{v^2/c^2}{1 - v^2/c^2}\frac{dS}{S}\,; \; \frac{dv}{v} = -\frac{1}{1 - v^2/c^2}\frac{dS}{S} \quad . \; . \; . \; . \; (29)$$

De uitkomst

$$d\rho = \rho \frac{1}{c^2/v^2 - 1} \frac{dS}{S}$$

met (28) vergelijkend, blijkt dat het secundaire vertragingsverschijnsel, dat in een convergerende supersone stroming optreedt, wordt weergegeven door de factor

$$-\frac{1}{c^2/v^2 - 1} = -\frac{v^2/c^2}{1 - v^2/c^2} \quad . \; . \; . \; . \quad (30)$$

die nagenoeg gelijk aan 1 is als v veel groter dan c is.

De conclusie is, dat in een snelle, supersone, convergente gasstroming behalve een direct door de convergentie afgedwongen compressie een stroomafwaarts progressieve vertraging optreedt, die de compressie versterkt, zonder dat echter in het convergerende deel van de buis de locale geluidsnelheid ooit wordt bereikt.

7. Divergente en convergent-divergente ééndimensionale stromingen

Het is duidelijk, dat men in de beschreven gevallen de richting van de stroomsnelheid gerust, onder behoud van zijn grootte, mag omkeren, daarbij het aangegeven drukverloop vasthoudend. Daar, waar in de convergerende subsone stromingen de druk eerst versnellingen, en stroomopwaarts progressief expansies veroorzaakt, veroorzaakt zij na omkering van de stromingsrichting vertragingen en stroomopwaarts uitstervende compressies, waardoor de stroming in het wijde deel steeds meer de eigenschappen van de stroming van een onsamendrukbare vloeistof krijgt. In de divergente supersone stroming veroorzaakt het drukverloop in het beginstuk aanzienlijke expansies en versnellingen, verder op verdwijnen de versnellingen echter meer en meer en blijft alleen een expansie in de zich steeds verwijdende buis over. Daar die expansie, die adiabatisch verloopt, met een temperatuurdaling gepaard gaat, en de geluidsnelheid evenredig is met de wortel uit de absolute temperatuur, gaat de divergentie, ook als er nagenoeg geen versnelling meer is, met een voortdurende daling van de geluidsnelheid gepaard. Daaruit volgt dat het getal van MACH $\frac{v}{c}$ van de stroming ook achter in de buis voortdurend blijft oplopen, onbegrensd bij onbegrensde verwijding van de buis. Het ligt voor de hand, dat de convergerende subsone en de divergerende supersone in een keelstuk van de buis op elkaar zullen kunnen worden aangesloten, en analoog ook de convergerende supersone en divergerend subsone. Inderdaad volgt uit onderstaande korte berekening, dat de versnelling van de stroming in een keelstuk waar $\frac{dS(\xi)}{d\xi}$ nul is, een eindige waarde kan behouden.

Men stelle

$$\left(\frac{1}{v}\frac{dv}{d\xi}\right)_{\xi_o} = \lambda \, , \, \xi_o = \text{coörd. v.d. nauwste doorsnede} \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad (31)$$

en berekene de grenswaarde van deze grootheid door toepassing van de regel van l'HOSPITAL uit de formule (23)

$$\lambda = -\frac{\left[\frac{d}{d\xi}\left(\frac{1}{S}\frac{dS}{d\xi}\right)\right]_{\xi_o}}{\left[\frac{d}{d\xi}\left(1 - \frac{v^2}{c^2}\right)\right]_{\xi_o}}.$$

Men vindt na enig rekenwerk, gebruik makend van de gelijkheid $v = c \, (= c_{krit})$ die voor $\xi = \xi_o$ moet gelden

$$\lambda = \left(\frac{1}{v}\frac{dv}{d\xi}\right)_{\xi_o} = \left(\frac{1}{\kappa + 1} \cdot \frac{1}{S}\frac{d^2S}{d\xi^2}\right)^{1/2}_{\xi=\xi_o}. \quad (31)$$

Als $\left(\frac{d^2S}{d\xi^2}\right)_{\xi_o}$ maar niet nul is, blijft dus een eindige versnelling in het „scheidingspunt" bestaan.

8. De rechte verdichtingstoot

Beschouw de in fig. 7 geschetste situatie, waarbij een zeer groot vat V, gevuld met samengeperste lucht, via een op één plaats zeer nauwe uitstroombuis is aangesloten op een lang, b.v. oneindig lang, wijd kanaal, dat aanvankelijk — de kraan K zij gesloten — geheel luchtledig gemaakt moge zijn.

Op het moment waarop de kraan K wordt geopend, storten zich de gasmoleculen vooruit in het vacuum E. Daar de nauwste opening van de stroombuis zéér klein is en het vat zeer groot, loopt het vat maar heel langzaam leeg en loopt de daarin heersende druk dus maar zeer langzaam terug. Derhalve kan worden aangenomen, dat zich in een te beschouwen voorste stuk, van de buis (b.v. tot de positie W) een stroming instelt die gevoegelijk als een stationnaire beschouwd kan worden en waarop dus alle eerder gevonden wetten van toepassing zullen zijn. Derhalve heerst in de nauwste opening een snelheid, gelijk aan de locale geluidsnelheid en gegeven door (27). De daaraanvolgende expansie versnelt de stroming tot een supersone met door het quotiënt van buisdoorsnee en *nauwste* doorsnee bepaalde snelheid.

Nu moge, bij deze stromingstoestand, ter plaatse W plotseling een vaste wand in de buis worden gebracht. Deze wand wordt direct aan het enorme moleculenbombardement van de supersone stroming blootgesteld; hij kaatst daarbij ieder molecuul in beginsel zuiver elastisch terug. Derhalve ontstaat reeds onmiddellijk na het aanbrengen van de wand aan zijn binnenwaartse zijde een gebied van snel toenemende dikte, waarbinnen zich naar rechtsbewegende nieuwe en naar links bewegende teruggekaatste moleculen . . . zouden bevinden als er geen botsingen tussen de moleculen onderling waren. Deze zijn er echter wel en hun effect is een *uiterst snelle* volledige desorganisatie van de tegengestelde primaire molecuulbewegingen (daarbij de eveneens aanwezige moleculaire warmtebewegingen als secundair beschouwend). Wat daarbij overblijft is een volledig gechaotiseerd gemiddelde, d.i. stilstaand gas, met moleculen die een versterkte (chaotische) warmtebeweging hebben. Ter linkerzijde dringen steeds nieuwe „supersone" moleculen dit gebied binnen, maar de chaotiserende botsingen zorgen ervoor dat *deze* de wand niet eens meer bereiken, althans niet direct en zeker niet met hun grote, gerichte, voorkeursnelheid.

Deze beschrijving moge aannemelijk maken, dat onmiddellijk na het aanbrengen van de wand aan de binnenzijde daarvan een zich min of meer snel uitbreidend gebied van in zijn geheel stilstaand, homogeen, gas vormt, dat de supersone stroming als op een luchtkussen opvangt en zijn gerichte snelheid binnen een grensgebied met een dikte, die de uiterlijk verwaarloosbare orde van grootte heeft van de „vrije weglengte" van de gasmoleculen vernietigt, d.i. in moleculaire warmtebeweging omzet.

Deze qualitatieve beschrijving kan gepreciseerd worden door er de regels op toe te passen die gelden voor de gemiddelden der moleculaire plaats- en snelheidsverdeling. Het overgangsgebied met de microscopische dikte der vrije weglengte wordt meteen geheel verwaarloosd, zodat de transformatie van stromend in stilstaand gas aangenomen wordt zich plotseling, discontinu, te voltrekken.

In de eerste plaats moet dan het zich in de eerstvolgende seconde in rustend gas transformerend gasblok B (fig. 8)

aan het eind van die seconde een plaats in de ruimte van het rustende gas krijgen, zodat de grens daarvan zich stroomopwaarts met een zekere snelheid v' moet verplaatsen. Aan het blok B moet daartoe de dikte $v + v'$ worden toegekend, omdat dan de achterste gasdeeltjes de naar voren schuivende grens net in de beschouwde seconde passeren. Is ρ de dichtheid van het stromende en ρ' die van het rustende gas, dan moet dus

$$\rho S (v + v') = \rho' S v'$$

of

$$\rho (v + v') = \rho' v' \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad (32)$$

zijn.

Ten tweede moet de gehele kinetische energie $\frac{1}{2} \rho S (v + v') . v^2$ van de beweging van het gasblok B worden vernietigd, d.i. in warmte worden omgezet, en hetzelfde geldt voor de arbeid die de kracht pS verricht, die in de beschouwde toestand aangebracht zou moeten worden op een zuiger, die het gasblok B in fig. 8 ter linkerzijde zou kunnen begrenzen. Deze arbeid bedraagt $p S v$. Het warmteaequivalent van de som bedraagt

$$\frac{1}{J} \left\{ \tfrac{1}{2} \rho S (v + v') v^2 + p S v \right\}.$$

De kinetische energie der moleculaire warmtebeweging is, per kg gas, gelijk aan $c_v T$ (in calorische maat), en dus moet (T' = temp. v.h. rustende gas)

$$\tfrac{1}{2} \rho S (v + v') v^2 + p S v = J . \rho g' S v' . c_v (T' - T)$$

zijn. Dit kan i.v.m. (32) en (4) worden vereenvoudigd tot

$$\tfrac{1}{2} v^2 + \frac{pv}{\rho' v'} = \frac{1}{\kappa - 1} g R (T' - T) \quad . \; . \; . \; . \quad (33)$$

Ten derde is de hoeveelheid van beweging $\rho S (v + v') v$ van het blok nog verdwenen. De enige remmende kracht, die hiervoor verantwoordelijk kan zijn is de drukkracht $S (p' - p)$, die gedurende de transformatie op het blok B_1 of op een deel daarvan, werkt. Derhalve moet

$$S (p' - p) . 1 \text{ sec.} = \rho S (v + v') v$$

of

$$\rho (v + v') v = p' - p \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad (34)$$

De vergelijkingen (32), (33) en (34) beheersen de transformatie; zij zijn juist voldoende om de snelheid v' en de twee onafhankelijke variabele toestandsparameters (b.v. p' en ρ') van het rustende gas te kunnen uitrekenen.

Nu moge de gebeurtenis worden bezien met de ogen van een waarnemer die het discontinue overgangsvlak op zijn stroomwaartse beweging vergezelt. Deze kent aan de supersone stroming de snelheid

$$v_1 = v + v' \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad (35a)$$

toe en constateert dat achter de discontinuïteit, die voor hem stilstaat, een snelheid

$$v_2 = v_1 \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad (35b)$$

behouden blijft. Vervangt men v en v' in (32), (33) en (34) door v_1 en v_2, (en gebruikt men van nu af aan indices 1 en 2 consequent), dan komt er achtereenvolgens

$$\rho_1 v_1 = \rho_2 v_2 \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad (36)$$

$$\tfrac{1}{2} (v_1 - v_2)^2 + \frac{p_1 (v_1 - v_2)}{\rho_2 v_2} = \frac{1}{\kappa - 1} g R (T_2 - T_1) \quad . \; . \quad (37)$$

$$\rho_1 v_1 (v_1 - v_2) = p_2 - p_1 \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad (38)$$

Deze drie betrekkingen kunnen met behulp van enkele eenvoudige herleidingen in de volgende, in de indices 1 en 2 symmetrische, vorm worden gebracht

$$\left.\begin{aligned} \rho_1 v_1 &= \rho_2 v_2 \\ \rho_1 v_1^2 + p_1 &= \rho_2 v_2^2 + p_2 \\ \tfrac{1}{2} v_1^2 + \frac{\kappa}{\kappa - 1} g R T_1 &= \tfrac{1}{2} v_2^2 + \frac{\kappa}{\kappa - 1} g R T_2 \end{aligned}\right\} \quad (39)$$

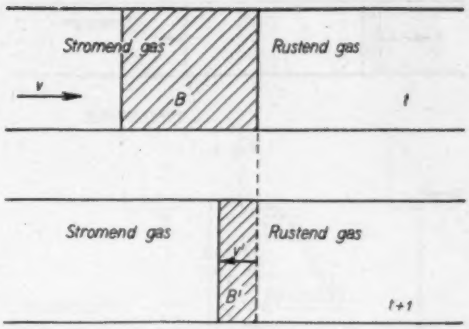


Fig. 8.

en hiervan kan voor de laatste desgewenst nog worden geschreven

$$\tfrac{1}{2} v_1^2 + \frac{c_1^2}{\kappa - 1} = \tfrac{1}{2} v_2^2 + \frac{c_2^2}{\kappa - 1},$$

die laat zien dat de „wet van BERNOULLI" (26) „door de discontinuïteit heen" geldig blijft. De formules (39) zijn de grondformules der loodrechte verdichtingsstoten. Men kan er b.v. uit afleiden dat,

$$M_2^2 = \frac{(\kappa - 1) M_1^2 + 2}{2 \kappa M_1^2 - (\kappa - 1)} ; M_2 = \frac{v_2}{c_2}, \; M_1 = \frac{v_1}{c_1} \; . \; . \; (40)$$

d.w.z. dat het getal van MACH M_2 achter de stoot altijd kleiner dan 1 is als dat vóór de stoot, zoals is verondersteld, groter dan 1 is. Voor $M_1 = 1$ vindt men ook $M_2 = 1$, wordt M_1 vergroot, dan neemt M_2 monotoon af tot

$$M_2 = \sqrt{\frac{\kappa - 1}{2\kappa}} = \sqrt{\frac{1}{7}} \text{ (voor lucht) bij } M_1 \to \infty .$$

De translatie van de waarnemer is niet essentieel. Er is geen enkele reden waarom hij niet zou mogen abstraheren van het procédé waarmede de door hem waargenomen supersone stroming is verkregen. Men hoede zich echter voor de gevolgtrekking, dat men de stroomopwaarts bewegende stoot ook wel onveranderd tot rust zal kunnen brengen door thans de ingebrachte wand W als zuigeroppervlak op te vatten en deze zuiger, enige tijd nadat de stoot is ontstaan, met de snelheid v_2 naar rechts te bewegen. De gemaakte fout is uiteraard, dat men zo wel achter de stoot een snelheid v_2 zou kunnen realiseren, maar vóór de stoot zal niet de daarmee in evenwicht zijnde snelheid v_1 ontstaan, doch de oude snelheid $v = v_1 - v' = v_1 - v_2$ behouden blijven. Om de drukstoot tot stilstand te brengen is een zuigerbeweging nodig, die met een supersone „inregening" v correspondeert. Deze snelheid is iets groter.

Thans is het van belang op te merken, dat het, in het oorspronkelijke beeld (fig. 8) van de gebeurtenis, in het geheel niet essentiëel is dat de invallende, tot rust gebrachte, stroming supersoon is. Onder andere omstandigheden wordt alleen het beeld van het „luchtkussen" wat minder geschikt, omdat de snelheid v', waarmee de stoot zich (in fig. 8) naar links beweegt, voor snelheden

$$v < \frac{c_1}{\sqrt{3 - \kappa}}$$

de snelheid v, waarmee de stroming invalt, zelfs gaat overtreffen.

Men kan nl. uit (32), (33) en (34), of uit (39) via (35a2b), afleiden dat

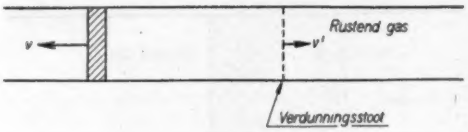


Fig. 9.

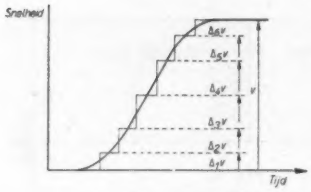


Fig. 10.

$$v' = v \left\{ -\frac{3-\kappa}{4} + \sqrt{\left(\frac{\kappa+1}{4}\right)^2 + \frac{c_1^2}{v^2}} \right\} \quad . \; . \; . \; (41)$$

wat voor zeer grote waarden van v, $v \gg c_1$, oplevert

$$v' \approx \frac{\kappa - 1}{2} v = 0{,}2\, v \text{ (voor lucht) } ^{3)}$$

en voor zeer kleine

$$v' \approx c_1.$$

Beschouwt men dit geval van het standpunt van een waarnemer die met de invallende stroming mee beweegt en voor wie dus het gas, in fig. 8, links van de verdichtingsstoot stil staat, dan neemt deze achter de verdichtingsstoot een naar links gerichte stroming met snelheid v waar, waarin zich een verdichtingsstoot voortplant met snelheid $v + v'$, d.i. volgens (41) met de snelheid

$$v + v' = v \left\{ \frac{\kappa+1}{4} + \sqrt{\left(\frac{\kappa+1}{4}\right)^2 + \frac{c_1^2}{v^2}} \right\} > c_1 \;, \; (42)$$

die altijd *groter* is dan de geluidsnelheid in het rustende gas links van de stoot. Hij kan deze gebeurtenis gevoeglijk interpreteren als te zijn veroorzaakt door een plotseling ingezette, naar links gerichte en een snelheid v bezittende, beweging van een zuiger, die de buis aan het rechtereinde afsloot. Dit toont, dat de gebeurtenis in feite alleen een generalisering tot grote, eventueel ook zéér grote, waarden van de zuigersnelheid is van het reeds in hoofdstuk 2 met de beperking $v << c$ behandelde proces. Het blijkt, dat niet zéér kleine zuigerbewegingen („storingen") zich door het gas voortplanten met een snelheid die de geluidsnelheid overeenkomstig (42) overtreft.

Een transformatie, die men op de door fig. 8 voorgestelde gebeurtenis *niet* mag toepassen, is omkering van alle stromingsrichtingen. Deze omkering ware, getoetst aan de vergelijkingen (39), ten volle geoorloofd, doch zij is in strijd met een postulaat der natuurkunde, dat niet tot de (klassieke) mechanica, doch tot de thermodynamica behoort. Dit postulaat komt daarop neer dat uit chaos niet spontaan orde kan ontstaan en vindt zijn uitdrukking in de stelling dat bij alle physische processen de „entropie" althans niet mag afnemen. In het gegeven geval van een ideaal gas kan de entropie (per kg gas) worden gemeten op basis van de formule

$$S = \text{entropie} = c_v \ln \frac{p}{\rho^\kappa}.$$

[3]) In het „luchtkussen" wordt de dichtheid van de lucht dus hoogstens tot het (verg. fig. 8) $\frac{v + v'}{v'} = \frac{v + 0{,}2\, v}{0{,}2\, v} = 6$-voud opgevoerd, nl. voor zéér extreme snelheden van de invallende stroming.

Nu kan men uit (39) afleiden dat

$$\frac{p_2}{\rho_2^\kappa} = \frac{p_1}{\rho_1^\kappa} \left\{ 1 + 2\frac{\kappa-1}{\kappa+1}(M_1^2 - 1) + \ldots \right\}$$

waaruit besloten kan worden (de niet neergeschreven termen van de reeksontwikkeling beïnvloeden deze conclusie niet), dat de entropie alleen dan toeneemt als $M_1 > 1$ is, d.i. als, beschouwd „van het standpunt van de verdichtingsstoot", het toestromende gas supersone en derhalve (verg. (40)) het afstromende subsone snelheid heeft.

Draait men in fig. 8 de snelheid v toch om, dan krijgt de gebeurtenis het karakter van het via een verdunningsstoot wegstromen van lucht uit een gebied van stilstaande lucht. Een methode om deze situatie tot stand te brengen, ware het plotseling met snelheid v naar links in beweging brengen van een in een buis passende zuiger, die ter rechterzijde een zich in rust bevindend gas afsluit. Men kan nu de vraag stellen: als de vorming van de verdunningsstoot „thermodynamisch onmogelijk" is, wat gebeurt er dan wèl? Het antwoord kan als volgt worden verkregen:

Bedenk dat het momentaan tot stand brengen van een eindige snelheid van de trage zuiger physisch onmogelijk is, stel derhalve dat de snelheid overeenkomstig fig. 10 door een wel grote, doch eindige versnelling tot stand wordt gebracht en ontbindt het proces in een serie zeer kleine impulsieve snelheidsverhogingen. De eerste, zeer kleine, impuls plant zich door de buis als inderdaad practisch discontinue verdunning met de geluidssnelheid c voort. Omdat het echter een verdunning, d.i. een adiabatische expansie betreft, daalt de temperatuur en dus de daarmee verbonden ($c^2 = \kappa g\, RT$) geluidsnelheid een weinig. Derhalve plant zich de tweede impuls met een iets kleinere snelheid uit dan de eerste, de derde weer met iets kleinere snelheid dan de tweede, enz. met het gevolg dat de snelheidsverandering mettertijd steeds meer wordt uitgesmeerd, (fig. 11). Men kan dus hoogstens, door het aanwenden van een zeer kortdurende, intensieve kracht, iets scheppen wat aanvankelijk een discontinue verdunning benadert, doch zal bevinden dat deze bij zijn voortplanting door de buis steeds meer wordt uitgesmeerd, d.w.z. in een zeer geleidelijke verandering overgaat. Bij een verdichting doet zich het omgekeerde verschijnsel voor: het effect van de laatste partiële impulsjes haalt dat van de eerste in en er ontstaat een „messcherpe discontinuïteit" in de buis.

De uitspraak dat een discontinue verdunning physisch niet kan worden gerealiseerd, d.i. dat in fig. 8 de stromingsrichting niet mag worden omgekeerd ondanks het feit dat aan alle door de mechanica gestelde physische wetten daarbij volledig voldaan blijft, omdat de entropie bij het dienovereenkomstig proces zou afnemen in stede van op zijn minst constant te blijven, wordt veelal slecht of helemaal niet begrepen omdat men zich de feitelijke physische betekenis van de entropiestelling niet te binnen kan brengen. Inderdaad is er met dat entropiebegrip wel iets bijzonders aan de hand. Het is nl. niet terug te brengen tot een elementaire eigenschap van het kinematisch-geometrische interpretatieschema van de klassieke natuurkunde, doch blijkt bij diepgaand onderzoek te vallen onder het nieuwe interpretatieprincipe der moderne physica, dat door het woord *waarschijnlijkheid* wordt gekarakteriseerd. Er ware hierover veel interessants te zeggen, de principiële analyse van eigen interpretatieprincipes is niet de sterkste kant van de moderne physica en nog minder van het onderwijs in de moderne physica, maar dat is hier natuurlijk onmogelijk en ook niet nodig. Aan de entropiestelling zoals zij hier werd toegepast kan nl. een betekenis worden gegeven die duidelijk genoeg is, die een soort primitieve evidentie inhoudt,

door erop te wijzen dat zij strikt gelijkwaardig is met de ervaringsstelling, dat het „nu eenmaal onmogelijk is een perpetuum mobile van de tweede soort te construeren". Een perpetuum mobile van de tweede soort is een (denkbeeldige) machine die erin slaagt onbegrensd arbeid te leveren door alleen maar warmte aan zijn (onbegrensde) omgeving te onttrekken, d.w.z. die een schip zou kunnen aandrijven zuiver en alleen door de omringende zee af te koelen. Dit zijn zaken waarvan men in deze zeer technische tijd de onmogelijkheid wel vanzelfsprekend zal vinden, waardoor een verdere analyse overbodig wordt.

Uit deze beschouwing volgt dat het mogelijk moet zijn een perpetuum mobile van de tweede soort te construeren met behulp van verdunningsstoten. Dat is inderdaad heel gemakkelijk. Een uitvoering is in fig. 12 aangegeven. De arbeidscyclus van de machine bestaat uit 3 phasen:

1° de zuiger wordt plotseling met matige snelheid v naar links in beweging gebracht, daarbij arbeid uitoefenend op een krukassysteem, enz.

Wat in de cylinder gebeurt is het volgende: op het moment $t = 0$ ontstaat een verdunningsstoot, die zich naar rechts door het gas voortplant. Zij treft op een goed moment de wand W_e, waarbij niets zou gebeuren, indien deze op dit moment een snelheid v naar links bezat, die bij de gasstroming achter de stoot past. De wand is echter vast, en van het standpunt van het gas is het dus net, of er plotseling een wand W_e met snelheid v naar rechts werd bewogen, hetgeen doet inzien, dat de verdunningsstoot wederom als verdunningsstoot wordt teruggekaatst, waarbij het gas rechts van deze naar links bewegende stoot weer tot rust wordt teruggebracht. De teruggekaatste verdunningsstoot haalt op een goed moment de (slechts met matige snelheid) naar links bewegende zuiger in. Juist op dit moment moge de beweging hiervan worden stopgezet. Dan gebeurt er verder niets, het gas is in de gehele cylinder in rust.

2° de zuiger wordt nu heel langzaam in zijn oorspronkelijke positie teruggebracht. Daarbij ontstaan geen verdunningsstoten, het proces leidt tot een als adiabatisch te beschouwen compressie van het gas.

3° het warmtescherm wordt weggeschoven tot er weer temperatuurevenwicht is, d.w.z. tot zoveel warmte aan de zee is onttrokken dat het gas (behalve zijn oude volume ook) zijn oude temperatuur weer heeft gekregen.

Enzovoort.

Toelichting

Bij phase 1 is iedere gewichtseenheid gas tweemaal „door een verdunningsstoot gestroomd", zijn entropie is dus flink afgenomen en derhalve geldt voor het in begin en eindtoestand in rust verkerende gas

$$\left(\frac{p_{\text{eind}}}{\rho_{\text{eind}}{}^{\kappa}}\right)_{\text{phase 1}} < \frac{p_{\text{begin}}}{\rho_{\text{begin}}{}^{\kappa}}.$$

Bij het adiabatische compressieproces van phase 2 is krachtens de vergelijking der adiabatische toestandsveranderingen

$$\frac{p}{\rho^{\kappa}} = \text{constant}$$

en dus geldt ook

$$\left(\frac{p_{\text{eind}}}{p_{\text{eind}}{}^{\kappa}}\right)_{\text{phase 2}} < \frac{p_{\text{begin}}}{p_{\text{begin}}{}^{\kappa}}$$

De zuiger is echter in de oorspronkelijke stand teruggebracht, het gasvolume heeft dus zijn oude waarde weer en dus geldt ook

$$(\rho_{\text{eind}})_{\text{phase 2}} = \rho_{\text{begin}}$$

ergo

$$(p_{\text{eind}})_{\text{phase 2}} < p_{\text{begin}}$$

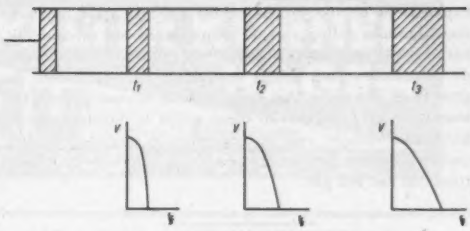


Fig. 11.

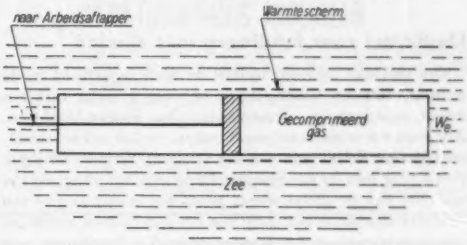


Fig. 12.

Dan moet echter volgens de toestandsvergelijking (zie (3)) ook

$$(T_{\text{eind}})_{\text{phase 2}} < T_{\text{begin}} = T_{\text{zee}}$$

zijn en dus vindt in phase 3 inderdaad warmteopname uit de omgeving plaats. Deze warmte is aequivalent met een energie, en daar de definitieve eindtoestand van het gas identiek is met zijn begintoestand, moet deze energie door het krukasmechanisme enz., zijn opgenomen (het warmtescherm loopt op rollagers en kan dus worden heen en weer geschoven ten koste van een verwaarloosbare energie). De zee levert dus bij voortduring warmte uit zijn onuitputtelijk reservoir en de machine loopt eeuwig door, bovendien steeds nuttige energie leverend. Q.E.D..

De convergerende en divergerende sub- en supersone stroming, de voortplanting van kleine verdunningen en verdichtingen, en de rechte verdichtingsstoot vormen de verschijnselen waaruit de eendimensionale stroming der samendrukbare media, der gassen, bestaat.

Beraadslaging

Ir KRUISHEER merkt op, dat hij zich gemakkelijk kan voorstellen dat in een verdichtingsstoot een geordende moleculaire beweging geheel of ten dele in een ongeordende wordt omgezet, doch dat het omgekeerde proces, dat bij een verdunningsstoot zou plaats vinden, er al direct onwaarschijnlijk uitziet.

Dr GREIDANUS antwoordt hierop, dat de moeilijkheid daarin zit dat men duidelijk heeft te maken dat een geordende moleculaire beweging alleen door een geleidelijk proces uit een ongeordende kan worden afgeleid en dat dit niet spontaan, geconcentreerd in een discontinuïteit, kan gebeuren.

Ir v. d. VOOREN vraagt of op aanschouwelijke wijze kan worden ingezien, waarom de snelheid van een supersone stroming in een steeds verder divergerende buis tot een limietwaarde nadert.

Dr GREIDANUS antwoordt hierop, dat de voortgezette

expansie in de divergerende buis gepaard gaat met een voortdurende daling van de temperatuur, die uiteindelijk het absolute nulpunt gaat benaderen. Dan is de ongeordende warmtebeweging geheel verdwenen en blijft alleen de geordende beweging van de supersone stroming over. De kinetische energie hiervan dient gelijk te worden aan de kinetische energie van de ongeordende warmtebeweging (moleculaire rotaties inbegrepen) in de aanvankelijke rusttoestand van het gas.

KORTE TECHNISCHE BERICHTEN

629.13.015.1

Onderstel voor landingen met zijwind

Om ondanks zijwind, tijdens de naderingsvlucht in de richting van een landingsbaan te vliegen, moet met een zekere opstuurhoek of met enige slip worden gevlogen. Alvorens de wielen de grond raken, is het echter noodzakelijk dat de langsas van het vliegtuig zo goed mogelijk evenwijdig met de bewegingsrichting van het vliegtuig ten opzichte van de grond wordt gebracht, omdat anders een te sterke zijwaartse belasting van het onderstel en eventueel een grondzwaai zouden kunnen optreden. Landingen met zijwind vergen dus van de bestuurder een behoorlijke vaardigheid, die alleen door regelmatige oefening kan worden verkregen en onderhouden.

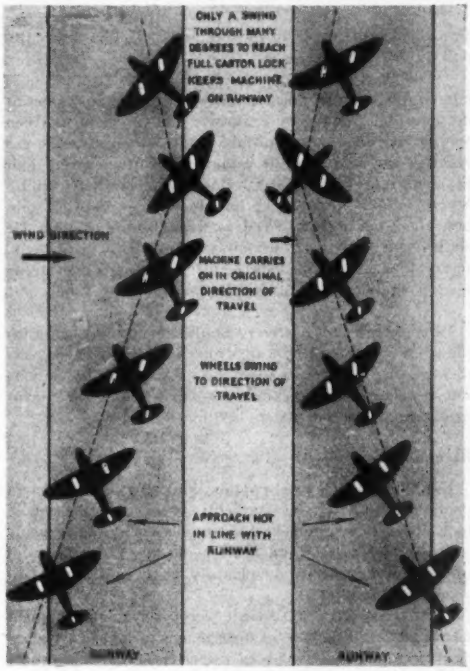


Fig. 1. Het gebruik van zijwind-onderstellen. De moeilijkheden verbonden aan de overblijvende drift.

Voor bovenstaande moeilijkheden is jaren geleden een elegante oplossing gevonden in de vorm van zwenkbare wielen. De ervaring daarmee is nog beperkt, maar uit verschillende berichten valt op te maken dat men op de ingeslagen weg wil voortgaan. De luchtmacht van de Verenigde Staten liet een aantal lesvliegtuigen van een bepaald type, dat wegens zijn grondzwaai-neigingen nogal berucht was, van zwenkbare wielen voorzien en deed daarmee gunstige ervaringen op. In Nederland vonden onlangs demonstratielandingen plaats met een 4-persoons Chrislea vliegtuig, dat ook van een dergelijk onderstel is uitgerust. Het was inderdaad verrassend te zien hoe de wielen zich onmiddellijk na het contact met de grond automatisch in de rijrichting stelden en hoe gemakkelijk daarmee met 90° zijwind kan worden geland.

In *Aeronautics* van September 1948 bracht O. F. MACLAREN, pionier op het gebied van dergelijke onderstellen, in het artikel „Cross wind undercarriages" enige gezichtspunten over deze bijzondere constructies naar voren.

Twee verschillende systemen zijn in gebruik. Bij het ene worden de hoofdwiel-assen, b.v. door middel van een hydraulische inrichting door de bestuurder onwrikbaar in een bepaalde stand geplaatst. Deze methode biedt onder meer het voordeel dat de koers van het vliegtuig op de grond, evenals bij een normaal onderstel, door middel van de remmen kan worden bestuurd. De vaste koppeling tussen romp en wielas is voorts een noodzakelijke voorwaarde voor de blindstart. Als nadeel noemt MACLAREN het feit, dat de bestuurder in de start en landing, waarbij toch al een grote oplettendheid wordt gevergd, nog een extra orgaan moet bedienen voor de juiste instelling van de wielstand.

De Goodyear en Fairchild fabrieken zijn voorstanders van het tweede systeem, waarbij de wielen zich automatisch in de juiste richting stellen. Aantrekkelijke punten van deze oplossing zijn, dat de wielen niet verkeerd kunnen worden ingesteld en dat het mechanisme eenvoudig en goedkoop is. Hier staat tegenover, dat koersbesturing door middel van de wielremmen niet goed mogelijk is; wel zal de stand van de romp door een verschillend gebruik van linker- en rechter rem kunnen worden gewijzigd, maar op de rijrichting heeft dit geen invloed zolang niet een wiel tegen de aanslag van de zwenkbeweging komt.

Welke uitvoering de gunstigste aspecten heeft is nu nog niet geheel te overzien. De verwachting bestaat dat het „pre-set undercarriage", voor grote vliegtuigen en het „castor undercarriage" voor sportvliegtuigen het beste zal voldoen.

Het is natuurlijk de vraag op welke schaal de vliegtuigen in de komende jaren van dergelijke onderstellen voor zijwind-landingen zullen worden voorzien. Wanneer deze constructie in zwang komt, zou dat een factor worden die bij de aanleg van vliegvelden niet buiten beschouwing mag blijven. De noodzaak van een groot aantal in verschillende richtingen gelegen start- en landingsbanen zou daarmee immers problematisch worden. Een vergelijking van de kosten voor aanleg en onderhoud van enige banen met de bedragen die met de ontwikkeling en toepassing van bovenbeschreven constructie gemoeid zijn, zou wel eens ten gunste van de nieuwe vinding kunnen uitvallen.

LUC.

Inhoud LUCHTVAARTTECHNIEK 5: Elementaire beschouwingen over ééndimensionale stromingstoestanden van samendrukbare media, door dr J. H. GREIDANUS. — Korte Technische Berichten: Onderstel voor landingen met zijwind, door LUC.

KÖRNER WK HAGEN

OFENBAU

WALTER KÖRNER
HAGEN

Zahlreiche Nachbestellungen

Beheizung mit: ELEKTRIZITÄT - GAS - KOHLE - ÖL.

JONG NATUURKUNDIG INGENIEUR

VEREENIGDE STATEN

Manufacturing company wishes to engage at once a young graduate physics engineer, for development and design work in the fields of aerodynamics, heat transfer and electrical instrumentation.

Candidate should prove high scholastic achievement, creative mind, mathematical and general theoretical aptitude. No industrial experience required.

Address applications in Dutch and in your own handwriting (not typewritten) to ROTRON RESEARCH CORP. INC., Woodstock, New York, U.S.A., giving full particulars regarding education, character and with personal references. Applicants will be interviewed during August in Amsterdam.

Location 100 miles north of New York City, in beautiful country side with progressive and expanding corporation. Crossing will be prepaid. Possession of immigration papers not essential.

NEDERLANDS OCTROOI
No. 39.198

„Scheurcapsule, bestaande uit een of meer lagen aluminium of metaal van overeenkomstige trekvastheid, die aan één of meer lagen papier, perkament, karton of soortgelijk vezelmateriaal is (zijn) geplakt".

H. A. Skov, te Frederiksberg bij Kopenhagen, Denemarken

Gegadigden wordt tegen nader overeen te komen voorwaarden de uitoefening aangeboden van de aan bovengenoemd octrooi verbonden rechten. Aanvragen te richten tot de gemachtigden:
VEREENIGDE OCTROOIBUREAUX
Bezuidenhout 29 **'s-Gravenhage**

NEDERLANDS OCTROOI
No. 61.475

„Werkwijze en inrichting voor het onderzoeken van een boorput langs electrische weg".
Standard Oil Development Company, te Linden, New Jersey, Ver. St. v. Am.

Gegadigden wordt tegen nader overeen te komen voorwaarden de uitoefening aangeboden van de aan bovengenoemd octrooi verbonden rechten. Aanvragen te richten tot de gemachtigden:
VEREENIGDE OCTROOIBUREAUX
Bezuidenhout 29 **'s-Gravenhage**

NEDERLANDS OCTROOI
No. 61.548

„Werkwijze voor het katalytisch isomeriseren van alkanen in de dampfase".
Standard Oil Development Company, te Linden, New Jersey, Ver. St. v. Am.

Gegadigden wordt tegen nader overeen te komen voorwaarden de uitoefening aangeboden van de aan bovengenoemd octrooi verbonden rechten. Aanvragen te richten tot de gemachtigden:
VEREENIGDE OCTROOIBUREAUX
Bezuidenhout 29 **'s-Gravenhage**

NEDERLANDS OCTROOI
No. 44.009

„Werkwijze voor het terugwinnen van phenolen, zoals phenol en kresolen, uit hun waterige oplossing".
Standard Oil Development Company, te Linden, New Jersey, Ver. St. v. Am.

Gegadigden wordt tegen nader overeen te komen voorwaarden de uitoefening aangeboden van de aan bovengenoemd octrooi verbonden rechten. Aanvragen te richten tot de gemachtigden:
VEREENIGDE OCTROOIBUREAUX
Bezuidenhout 29 **'s-Gravenhage**

VAN LEER'S VATENFABRIEKEN N.V.
te Amsterdam zoekt

WERKTUIGKUNDIG INGENIEUR

diploma Delft, om opgeleid te worden tot bedrijfsleider van een der met haar geliëerde buitenlandse fabrieken.
Enige jaren fabrieks praktijk gewenst.
Leeftijd omstreeks 30 jaar.

Behalve door persoonlijke kennismaking, zal beoordeling ook geschieden op grond van een psychotechnisch rapport. Brieven met volledige inlichtingen en pasfoto onder no. I.G. 2616, aan RICARDO'S ADV. BUR., Amsterdam-C.

HET NED. INSTITUUT VOOR OPLEIDING VAN LEERKRACHTEN BIJ HET NIJVERHEIDSONDERWIJS
vraagt tegen **September a.s.:**

1e. voor zijn cursus te **Amsterdam** leraren in natuur- en scheikunde (14 lestijden), werktuigbouwkunde (9 lestijden) en electrotechniek (6 lestijden);

2e. voor zijn cursus te **Deventer** leraren in electrotechniek (3 lestijden), autotechniek (2 lestijden), werktuigbouwkunde (10 lestijden) en bouwkunde (10 lestijden);

3e. voor zijn cursus te **Eindhoven** leraren in wiskunde (8 lestijden), mechanica en sterkteleer (3 lestijden), werktuigbouwkunde (12 lestijden), electrotechniek (4 lestijden), bouwkunde (16 lestijden), veiligheid en hygiëne (2 lestijden) en bordschetsen (2 lestijden);

4e. voor zijn cursus te **'s-Gravenhage** leraren in bordschetsen (2 lestijden), werktuigbouwkunde (10 lestijden), electrotechniek (4 lestijden), bouwkunde (10 lestijden) en opvoedkunde (4 lestijden);

5e. voor zijn cursus te **Groningen** leraren in wiskunde (6 lestijden), natuur- en scheikunde (3½ lestijd), mechanica en sterkteleer (4 lestijden), bordschetsen (1 lestijd), werktuigbouwkunde (11 lestijden), electrotechniek (4½ lestijd), bouwkunde (11 lestijden) en opvoedkunde (3 lestijden);

6e. voor zijn cursus te **Leeuwarden** leraren in bouwkunde (16 lestijden), werktuigbouwkunde (7 lestijden), electrotechniek (4 lestijden), veiligheid en hygiëne (1½ lestijd), mechanica en sterkteleer (6 lestijden);

7e. voor zijn curus te **Utrecht** leraren in wiskunde (3 lestijden), mechanica en sterkteleer (2 lestijden), natuurkunde (5 lestijden), werktuigbouwkunde (13 lestijden), electrotechniek (2½ lestijd), bouwkunde (5 lestijden), bordschetsen (2 lestijden) en veiligheid en hygiëne (2 lestijden);

Vereist wordt een middelbare bevoegdheid, overeenkomstig het bepaalde in de nijverheidsonderwijswet, tot het geven van het gewenste onderwijs.

8e. voor zijn cursus te **'s-Gravenhage** een **directeur** tegen **1 Januari 1952**, middelbaar bevoegd volgens het bepaalde in de nijverheidsonderwijswet tot het geven van onderwijs in één of meer der vakken: opvoedkunde, wiskunde, natuur- en scheikunde, mechanica, werktuigbouwkunde, electrotechniek en bouwkunde.

De lessen aan de cursus te Amsterdam worden gegeven op Maandag-, Woensdag- en Vrijdagavond; aan de cursussen te Deventer, 's-Gravenhage en Utrecht op Woensdagavond, Zaterdagmiddag en -avond, aan de cursussen te Eindhoven en Leeuwarden op Dinsdagavond, Zaterdagmiddag en -avond en aan de cursus te Groningen op Donderdagmiddag en Zaterdagmiddag en -avond.

De lestijden duren 50 minuten. De salariëring geschiedt overeenkomstig het bepaalde in het Salarisbesluit Middelbaar Nijverheidsonderwijs van 30 November 1948 (I. 517) zoals dat herzien is bij K.B. van 19 December 1950 (K 585).

Schr., soll. met opg. van leeft., ervaring en referenties, te richten aan de secr.-penn. van het Instituut, de heer Joh. Eering, Dintelstraat 30 II, Amsterdam-Z. vóór 1 Augustus a.s. Geen bezoek dan na oproep.

GEMEENTE HENGELO (O.)

Bij de dienst der **Gemeentewerken en -bedrijven** wordt gevraagd

EEN CHEF
VAN DE AFDELING DRINKWATERLEIDING

Aanstelling kan, afhankelijk van bekwaamheid en ervaring, eventueel in vaste dienst en met toekenning van extra periodieke verhogingen, geschieden in de rang van **technisch hoofdambtenaar** of **technisch hoofdambtenaar 1e klasse.**
De salarisgrenzen zijn voor technisch hoofdambtenaar *f* 5359,76 tot *f* 6550,40 per jaar (6 eenj. verhogingen) en voor technisch hoofdambtenaar 1e klasse *f* 5888,96 tot *f* 7079,60 per jaar (6 eenj. verhogingen).
Genoemde salarissen zijn inclusief alle thans geldende duurtetoeslagen.
Vereist wordt tenminste het bezit van het diploma M.T.S. of een daarmede gelijk te stellen inrichting.
Voor gehuwden bestaat de mogelijkheid op een spoedige toewijzing van woonruimte.
Sollicitaties, vermeldende leeftijd, genoten opleiding, behaalde diploma's, tegenwoordige en eventueel vroegere betrekking(en) binnen 10 dagen na het verschijnen van dit blad, te richten tot de afdeling Personeelszaken ter Gemeentesecretarie.
Geen bezoek dan na oproep.

GEVRAAGD BIJ STOOMVAART MAATSCHAPPIJ een

WERKTUIGKUNDIG INGENIEUR

Diploma Delft, met enige jaren praktijk.

★

Brieven onder nummer 870 aan de Uitgever van dit blad.

C P D

Bij het **Laboratorium** voor **Toegepaste Mechanica** van de **T.H. te Delft** kunnen worden geplaatst:

A. WETENSCHAPPELIJK HOOFDAMBTENAAR,
B. WETENSCHAPPELIJK AMBTENAAR,
C. 2 TIJDELIJKE ASSISTENTEN

In aanmerking komen:

ad. A: Ingenieurs met enkele jaren — bij voorkeur — laboratoriumpractijk,

ad. B: Theoretisch geschoolde ingenieurs of mathematici en physici met technische belangstelling,

ad. C: Jonge ingenieurs met kennis van en belangstelling voor de toegepaste mechanica.

Salaris volgens rijksregeling.

Soll. aan Prof. Dr Ir W. T. Koiter, Nieuwe Laan 76, Delft.

C. T. STORK & CO.
CHEMISCHE INDUSTRIEËN N.V.
HENGELO (O)

zoekt als chef voor haar werkplaatsen en ketelhuis een

BEDRIJFS-INGENIEUR

welke tevens in staat moet zijn de problemen van transport en technische veiligheid op te lossen.

Gezocht wordt iemand met een technische opleiding (ten minste M.T.S.) en een ruime ervaring in een leidinggevende taak, bij voorkeur in chemisch bedrijf. Leeftijd ca. 40 jaar.

Uitvoerige sollicitatiebrieven in handschrift, voorzien van recente foto, onder motto BSI te zenden aan

HET TWENTS INSTITUUT VOOR BEDRIJFS-PSYCHOLOGIE, Grundellaan 18 te Hengelo (O.).

TIB

Wordt gezocht een allround

INGENIEUR, w.i.,

voor de technische leiding van een N.V., met afgerond bedrijfsprogramma, zowel fabricage als verkoop (ook voor export), op het gebied van speciale machines en accessoires, dienende voor de modernisering van fabrieken en mijnen. Grondige kennis der moderne talen, commerciële inslag en ervaring zijn absolute vereisten. Goede vooruitzichten voor serieuze werkers.

Brieven met volledige inlichtingen en opgave verlangd salaris worden ingewacht onder No. 869 aan de Uitgever van dit blad.

N.V. ELECTRICITEITS MAATSCHAPPIJ A.E.G.
AMSTERDAM, FREDERIKSPLEIN 26
vraagt voor spoedige indiensttreding

INGENIEUR

bij voorkeur met diploma Delft of gelijkwaardige opleiding voor de behandeling van stoomturbine-projecten.
Vereist is grondige kennis van warmte-technische problemen, die zich in stoomcentrales voordoen.
Leeftijd bij voorkeur tussen 30 en 40 jaar.
Brieven met volledige inlichtingen omtrent levensloop enz. aan bovengenoemd adres.

WIELEN

Grote en kleine series voor landbouwwerktuigen, transportwagens enz.

RIEMSCHIJVEN tot 4.25 m. diameter — **V-SNAARSCHIJVEN** tot 2 meter diameter

N. V. VAN DRIEL'S MACHINEFABRIEK **DE IJSEL** V/h. W. E. PENNING KAMPEN - TEL. 92

OOSTHOEK'S ENCYCLOPAEDIE

★

ALLE INLICHTINGEN VERSTREKT UW BOEKHANDELAAR OF OOSTHOEK'S UITG. MIJ TE UTRECHT

De Middelbare Technische School te Leeuwarden
vraagt per 1 September a.s.

een **LERAAR** voor **WERKTUIGBOUWKUNDE** en
een **LERAAR** voor **BOUWKUNDE.**

In aanmerking komen Werktuigbouwkundige Ingenieurs, Bouwkundige Ingenieurs en zij, die in het bezit zijn van de acte N. III met aantekening.
Salaris volgens Rijksregeling — Volledige betrekkingen.
Sollicitaties te richten aan het Bestuur der Middelbare Technische School, Molenstraat 6 te Leeuwarden.
Inlichtingen worden verstrekt door de Directeur.

NEDERLANDS CENTRUM
opleiding leraren N. O.

Gevraagd per 1 Januari 1952
EEN DIRECTEUR
MET BEVOEGDHEID M.N.O.
voor dagcursus opleiding leraren N.O. te Rotterdam.

Salaris volgens Rijksregeling Dir. M.T.S.
Uitvoerige sollicitaties vóór 1 Sept. a.s. te richten a.h. Secretariaat, Heemraadssingel 287 te Rotterdam.

WETENSCHAPPELIJKE INSTELLING
vraagt voor spoedige indiensttreding
een academisch gevormd
CHEMICUS
met goede algemene kennis en goede stijl voor de verzorging van technisch-wetenschappelijke rapporten.
Brieven onder nummer 868 aan de Uitgever van dit blad.

COCOSMATTEN-WEEFSTOELEN, KETTINGBOOM-STAANDERS, KLOPMOLENS, OVERHAALMACHINES.
REPARATIE EN REVISIE TEXTIELMACHINES

Machinefabriek J. A. F. van Wees

Van Hogendorpstraat 92 — TILBURG — Telefoon 4572

CONSTRUCTIE WERKPLAATS
fa. A. & J. PUPER
Gaslaan 218 Tel. 392050 Den Haag
heeft nog capaciteit vrij voor:
licht PLAAT- CONSTRUCTIE- STAMP- en MONTAGE-WERK, in massa en serie.
Vraagt vrijblijvend offerte of bezoek.

Technisch Bureau

VOGELENZANG DE JONG

ELECTRICITEITSWERKEN

Krimpen aan den IJssel
Telefoon K 1895-204

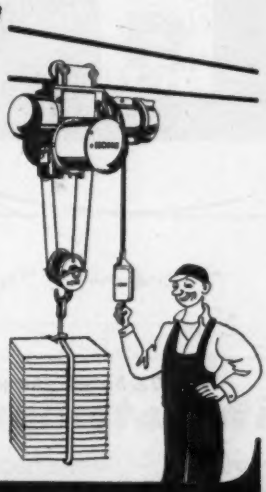
Complete installaties voor:
Schepen Fabrieken en Woonhuizen
Onderhoud en reparatie

WERKHANDSCHOENEN
LASHANDSCHOENEN
LEDEREN WERKSCHORTEN enz.
LEDERWARENFAB. AVANTI DONGEN TEL. 18

ROTTERDAM TEL. 26508 — **Van Vreeswijk** *Van Verwarming* — DEN HAAG TEL. 779489

Stop..!

Verspil geen kracht waar een electrisch takel het zware werk economischer kan doen



KONE ELECTRISCHE TAKELS zijn bedrijfszeker en betrouwbaar

Leverbaar in 4 standaard uitvoeringen. Ook leverbaar met fijnregeling voor langzaam hijsen of dalen, kleinste snelheid ca. 1/10 van de normale hijssnelheid.
Hefvermogen 200–5000 KG.

C.V. V.H. INDUSTRIËLE- EN HANDELMAATSCHAPPIJ **LOUIS REIJNERS**
MEEUWENLAAN 98-100 — TELEFOON 60401 — AMSTERDAM

aba

meetgereedschappen

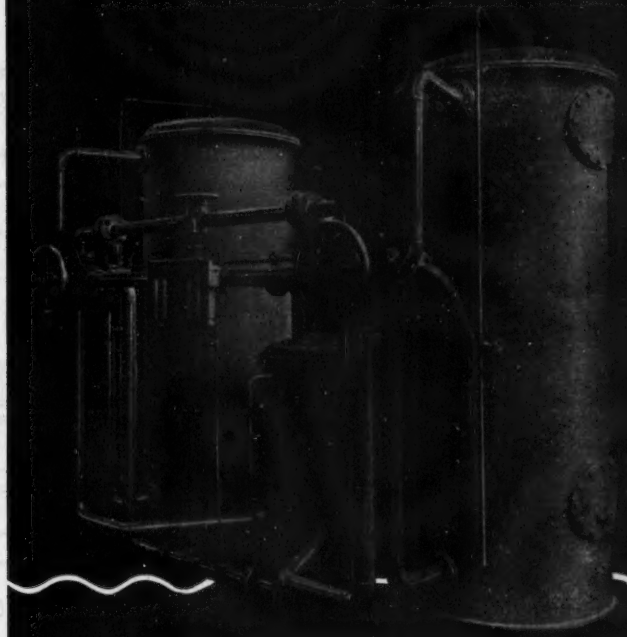
meetklokjes en
meetklokapparaten
eindmaten met toebehoren
gladde kalibers
draadkalibers
micrometers
schuifmaten
richtgereedschappen
krasseursgereedschappen
staalbandmaten

KLEIN

Technisch Bureau van Ad. A. Klein

Sarphatistraat 181
Amsterdam-C.
Telefoon 51061-52287

„TYMOOR"
WATERREINIGERS



CHEM. REINIGING
UITWISSELAARS
ONTIJZEREN
ONTGASSEN
ONTZUREN
OZONISEREN
ONTZOUTEN
CHLOREREN

N.V. MACHINEFABRIEK
REINEVELD
DELFT - DEN HAAG

R DH

„Versnelt Uw Productie"

Lopende band- en -kettinginstallaties

VOOR FABRICAGE - MONTAGE - TRANSPORT - SORTEREN - VERPAKKING
BAND-DROOGINSTALLATIES MET INFRAROOD OF AEROTHERMISCH

EMW

ELECTRO MECHANISCHE WERKPLAATSEN
SINGEL 312 — AMSTERDAM-C. — TEL. 35176

REEF'S

AANNEMING- EN HANDEL-MAATSCHAPPIJ n.v.

WEGEN-, GROND- en WATERWERKEN

OLDENZAAL
Telefoon 387
Steenstraat 71

VOORBURG
Telefoon 778724
Park Leeuwenstein 1

N.V. **BEUKERS**

VERWARMINGS-My - SCHIEDAM

ALLE INGENIEURS-WERKEN op het gebied der WARMTE-TECHNIEK

VERWARMING (door warm- of heetwater, stoom, lucht, enz.)
VENTILATIE, AIR-CONDITIONING
AUTOMATISCHE STOOK-INRICHTINGEN (voor kolen, olie, gas)
OLIEBRANDERS, ook voor INDUSTRIE-OVENS
VRAAG KOSTELOZE INLICHTINGEN — Lange Haven 37/39, Schiedam. Tel. K 1800-69190 (3 lijnen)

Beveilig Uw fabriek.....

tegen brand, door een **ATLAS-SPRINKLER** installatie. Het betekent tevens een belangrijke verlaging van Uw verzekeringspremie.

HOOFDAGENTEN VOOR NEDERLAND:
N.V. BRONSWERK
AFD ATLAS SPRINKLERS AMSTERDAM

E.M.I. heeft 50 jaar ervaring met in haar windtunnel beproefde ventilatoren, welke in vele modellen en capaciteiten worden geleverd en bekend zijn door haar lange levensduur en geruisloze gang.

Emi

N.V. ELECTROTECHNISCHE MECHANISCHE INDUSTRIE

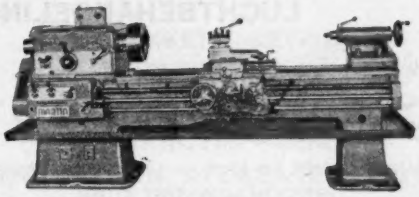
UTRECHT-HOLLAND TELEF. 15223-18589

ALLEENVERTEGENWOORDIGING

C. TER COCK - BLARICUM

Electro-ingenieur.

Driftlaan 7. Telefoon K 2953—3321.



Sneldraaibank MARTIN

model Dl. 500

- Draaihoogte 250, (ook d.h. 275, 300, 325, 350);
- draailengte 1, 1½, 2, 2½, 3, 4 meter;
- toeren 20—1000;
- motor 7½ of 10 pk;
- 180 metrische, W-module-draad. Pitch draad extra.
- netto-gewicht vanaf 2235 kg.
- Fijne voedingen: langs vanaf 0,017; dwars vanaf 0,005 mm. 0,005 mm.
- Electrische pomp.
- Vierkante Revolverkop.
- Ampèremeter.

Raderkast: Hoofdspindel loopt op hoogste-precisie. S.K.F. rollagers serie NNU 145 ø; rondloop nauwkeurig 0,005 mm. Tandwielen chroomnikkelstaal 63 Rc. Ortlinghaus dubbele platenkoppeling, versnelde terugloop. Cascade-smering.

Voedingskast: met schuiftandwielen van chroomnikkelstaal; geen Norton. Oliebad.

Support: Valworm. Oliebad. Grootte nonius 0.05 mm.

I.M.C.O HOLLAND

EPURATEURS-CENTRIFUGES

TYPE „MARINE"

-PERRIER-

VOOR CONTINU-KLARING VAN SMEER- en BRANDSTOF-OLIE AAN BOORD VAN SCHEPEN

- *technisch volmaakt*
- *bedrijfszeker*
- *weinig plaats innemend*

N.V. IMCO - HOLLAND

LAAN VAN MEERDERVOORT 2 A — DEN HAAG

TELEFOON 11.66.60—11.68.26.

LOONVERZINKERIJ

Fa. G. CLEMENTS & Zn.

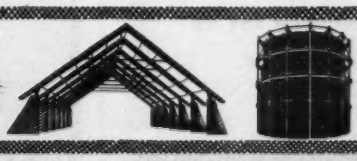
ALBLASSERDAM

ZUIDERSTEK

TEL. 423 (K 1859)

Denk aan **NEMAG** *als het gaat om service en vakmanschap in staalbouw —*

FABRIEKS-, MARKT- EN VEILINGHALLEN, HANGARS, BRUGGEN, SLUIZEN, KAPPEN, BOORTORENS, HAVENLOODSEN, GASHOUDERS.



STAALCONSTRUCTIES EN MACHINEFABRIEK

mogen wij U met Uw nieuwe project van dienst zijn?

NEMAG

ERTSSTR. 1, R'DAM

onthoud die naam

Vervaardigd door specialisten!

DELTA POMPEN

DELTA

VOOR DE INDUSTRIE
LAND- EN TUINBOUWBEDRIJVEN
ZUIVELINDUSTRIE
CENTRALEVERWARMINGS- EN
WATERVOORZIENINGSINSTALLATIES

tel. K5400 4247

POMPENFABRIEK DELTA N.V. HENGELO.O.

FABRIEK VOOR VERVAARDIGING
VAN APPARATEN

KOELING
LUCHTBEHANDELING

C.V. Koeltechnisch Bureau

GEBR. GOEDHART

SPANGENSEKADE 14—15 — ROTTERDAM-WEST
TELEFOON 34738—52397 (K 1800)

SOLID BOUW N.V.

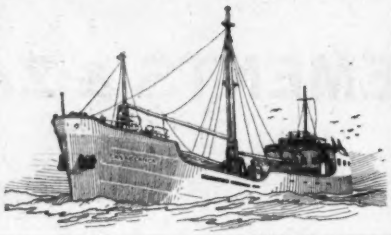
Reehorsterweg 27 Ede (Geld.)
Telefoon 8150 (K 8380)
Leverancier van Rijk en Gemeenten

Houtbeton:
„SOLID" Cassette-, Kanaal- en Kanaal-Cassetteplaten voor daken, vloeren en wanden.

Trilbeton:
Ramen, raam- en deurdorpels, spanten, lateien, glastegelramen, traptreden, enz. enz.

Sierbeton:
„SOLID"-sierbeton met diverse deklagen.

MAATSCHAPPIJ VOOR HET VERVAARDIGEN EN MONTEREN VAN BOUWELEMENTEN



m.s. „CASABLANCA"
395 PK M.A.N. dieselmotor

M.A.N.
scheepsdieselmotoren tot de grootste vermogens

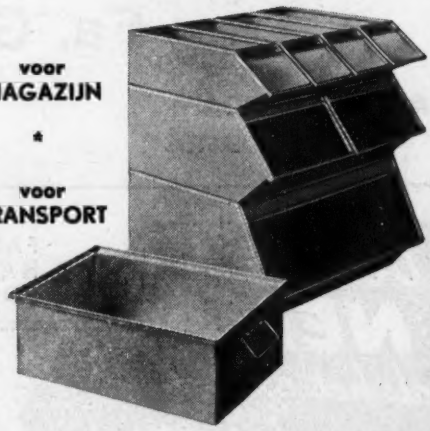
ROLLO N.V.
s'-GRAVENHAGE
ALEXANDERSTRAAT 10 - TEL. 183170

STALEN STAPELBAKKEN

voor
MAGAZIJN

*

voor
TRANSPORT



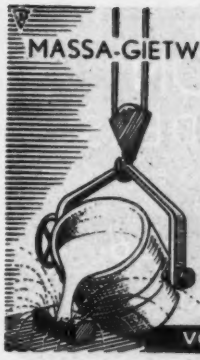
N.V. DE VEREENIGDE BLIKFABRIEKEN
Damrak 28-30 - Amsterdam-C - Tel. 64841 (4 lijnen)

Nijmeegse Metaalindustrie N.V.

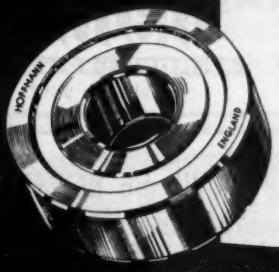
THIJMSTRAAT 139 — TEL. 21295 (K 8800) — NIJMEGEN

STOOMKETEL-REVISIE
PIJPLEIDINGEN
MONTAGE
CONSTRUCTIE-WERKEN
MACHINE- EN APPARATEN-BOUW

MASSA-GIETWERK · HANDVORMWERK



N.V.
ERVEN W. ten CATE
IJZERGIETERIJ
NEEDE
TELEFOON 396
VOOR ALLE INDUSTRIEEN



Elk Hoffmann lager is een meesterstuk van Engels precisiewerk waar achter een 50 jarige ervaring staat.

HOFFMANN KOGELLAGERS (NEDERLAND) N.V.

KEIZERSGRACHT 672 - TEL. 32057 - AMSTERDAM-C.

C.A.V.

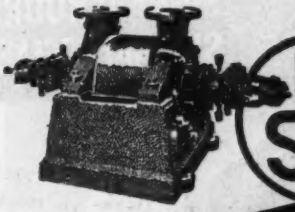
dieselbrandstof-filters en verstuivers

Importeur voor Nederland

Ca 2 g

Transmark

N.V. HANDELMAATSCHAPPIJ · TRANSMARK · HOOFTLAAN 57 · BUSSUM



KSB

hoogdruk-centrifugaal pompen

KLEIN SCHANZLIN & BECKER

leveren sinds veertig jaren hoogdruk-centrifugaalpompen voor alle doeleinden: tegen hoge druk en maximale temperaturen berekende pompen, (welke dank zij langdurige ervaring in centrifugaal pompen-bouw de volmaaktheid nabij komen) in alle afmetingen hebben de naam Klein Schanzlin en Becker op dit gebied wereldroem verschaft.

In Nederland vertegenwoordigd door

BTN TECHNISCH BUREAU VOOR NEDERLAND
SINGEL 146 · AMSTERDAM-C. · TELEFOON 38249 (3) lijnen

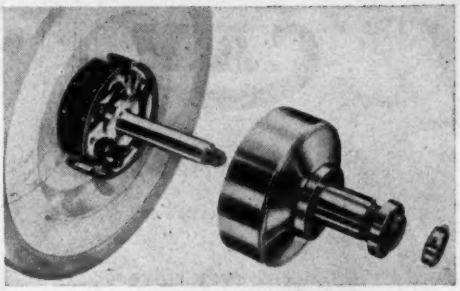
„JOHNSON"
OLIEBRANDERS
VOOR CENTRALE VERWARMING EN INDUSTRIE
IMPORTEURS SINDS 1930
HERINGA & WUTHRICH
HAARLEM

Ons wikkelwerk wordt ten volle gegarandeerd.
Eigen draaierij
ACEC en WELCO-motoren uit voorraad leverbaar.
N.V. ELECTRO INDUSTRIE FEITH
TIVOLILAAN 25 ARNHEM TEL. 20944

DRAADVLECHTMACHINES
van 1e klds Duitse fabrieken
Alleenvertegenwoordiger
METALLO
HELMOND - HOLLAND
Telefoon 2517

N.V. v/h H. TROOST
PERNIS bij ROTTERDAM
TEL. ROTTERDAM 79765 (2 lijnen)
Bouw-, Gewapend Beton- en Waterbouwkundige Werken

SIGNAALHOORNS
SIGNAALZOEMERS
Leverbaar:
Voorwissel-,gelijk-, zwak- en sterkstroom. Voor binnen- en buitenopstelling. Voor alle doeleinden. 2 jaar garantie.
BRINKMAN & GERMERAAD N.V.
VELP • POSTBUS 27 • TEL. 2541 (3 LIJNEN)

"TWIFLEX"

Automatische Centrifugaalkoppeling
Soepele overbrenging door onder spanning gebrachte rubber bussen. Geen smering. Geen veren. Spoedig leverbaar.
Folder op aanvraag bij de importeur
KÜHNE • AMSTERDAM
OVERTOOM 266 • TEL. 83564-85740

CROSSLEY

één der oudste motorenfabrieken

SCHEEPS- EN STATIONNAIRE COMPRESSORLOZE DIESELMOTOREN

VERMOGENS TOT 1750 PK

N.V. INDUMIJ

WETERINGKADE 7
S.GRAVENHAGE
TEL 77 23 14

KLEINE ZUIGVRESTENDIGE LEIDINGEN EN ARMATUREN
PULSOMETER BALLAST- EN BERGINGSPOMPEN

FCV

AFERROX
roestwerende verven

AFLEXIN
emaillelakken

FABRIEK VAN COMPOSITIEVERVEN
DELFT

WERF DE NOORD

ALBLASSERDAM
HOLLAND

Nieuw Bouw tot 12.000 ton
en reparatie op 2 langs hellingen van
80 m lang

N V SCHOKBETON

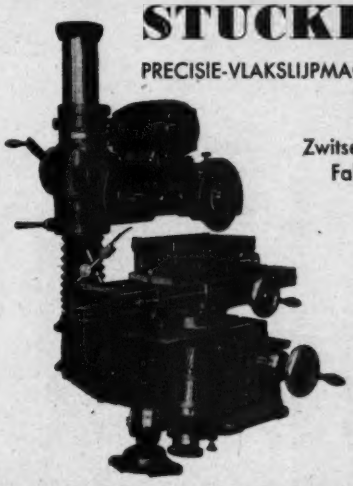
BETONCONSTRUCTIES • BIMS BETON — BETONPRODUCTEN

KAMPEN — ZWIJNDRECHT

STUCKER

PRECISIE-VLAKSLIJPMACHINE

Zwitsers Fabrikaat



DE KLEINE MACHINE MET GROTE PRESTATIES
Tafel 320 x 150 mm. — Max. slijpschijf 150 mm. ø.
Spilsnelheid 3800 en 4500 omw/min. — Motor 0,5 PK.
Veel toebehoren — Gunstige levertijd.

INGENIEURSBUREAU DRIESSEN
DRIEBERGEN
TEL. K 3438—8414.

Motorreductoren

VOOR ELK GEBRUIKSDOEL

A.D. BOEKHOLT N.V.
GRONINGEN
AMSTERDAM — ROTTERDAM

Chroomharden bespaart

vele malen zijn eigen kosten.

Van snijgereedschap, stempels en matrijzen, astappen, mondstukken en duizenderlei andere gereedschappen en machine-onderdelen kan de levensduur enorm verlengd worden door chroomharden. Behalve de levensduur stijgt natuurlijk ook de bedrijfszekerheid.
Op de foto zijn afgebeeld: hard verchroomde voering voor hoge druk compressor, geleidingstukjes en pompvoeringen, een rotor met verchroomde astappen, een bekermatrijs en draadgeleiders.

„LEMET CHROMIUM" • H. VAN DER HORST, N.V. • HILVERSUM-HOLLAND

PORUS-KROME VAN DER HORST

Houdt Uw motoren nieuw

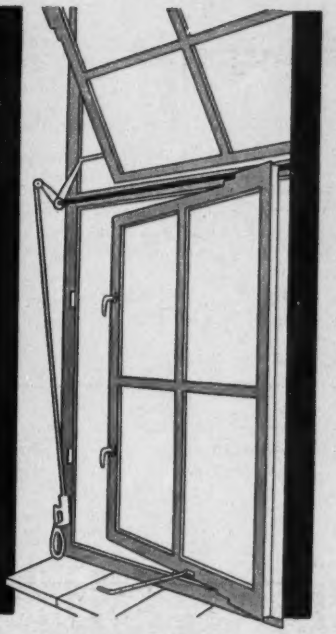
NV. KONINKLIJKE NEDERLANDSCHE GROFSMEDERIJ-LEIDEN

FABRIEK VOOR ELECTROTHERMISCHE APPARATEN
Vertegenwoordiger: Ingenieursbureau Ir. P. J. Plaisier
Nassau Zuilensteinstraat 13-15, Den Haag, Tel. 776794-95

R.P.I

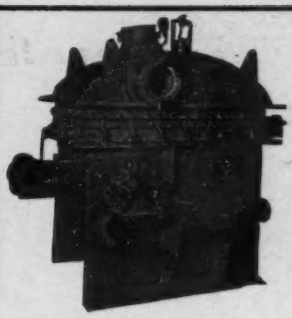
METALEN
RAMEN,
DEUREN EN
WANDEN

PLAATWERK
IN IEDER
METAAL



ROTTERDAMSCHE PLAATWERK INDUSTRIE

PIEKSTRAAT 20 — ROTTERDAM — TEL. 79550 (2 lijnen)



Oliver Filters voor het ontparaffineren van olie

Dorr

classificeer-, meng- en indikapparaten

Oliver

trommel- en schijvenfilters en Sweetland drukfilters

worden overal ter wereld gebruikt in ertsverwerkingsinstallaties, loog- en wasinstallaties, olieraffinaderijen en voor de fabricage van cement, kalkmelk, suiker, papier, kunstmest en vele andere stoffen.

Ook voor:

Rioolwaterzuivering

en waterbehandeling leveren wij speciale apparaten en ontwerpen complete installaties.

DORRCO

DORR-OLIVER N.V.

INGENIEURSBUREAU

HERENGRACHT 478 — AMSTERDAM-C.

OLIE-RAFFINADERIJEN

Jarenlange ervaring in ontwerpen en bouwen van apparaten voor chemische industrieën en hun bijproducten hebben ons vanzelfsprekend gebracht op het terrein van de vervaardiging en opstelling van installaties voor olie-raffinaderijen. Vele van dergelijke te Thorncliffe vervaardigde installaties in de nieuwe olie-raffinaderijen die in Engeland en elders in aanbouw zijn, leggen daar getuigenis van af.

NEWTON CHAMBERS

& CO. LTD. THORNCLIFFE, Nr. SHEFFIELD, ENGLAND

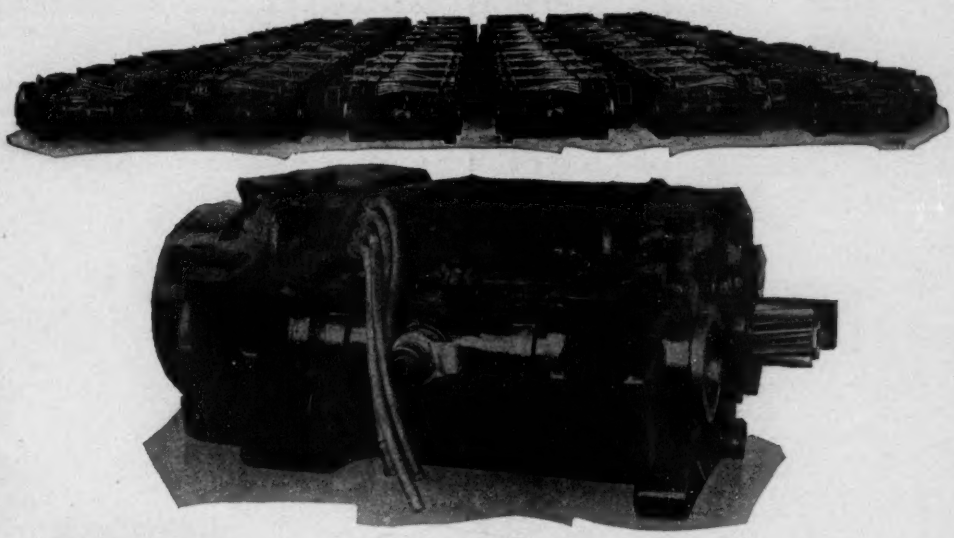
Zware machine-onderdelen in gietijzer en zachtstaal, waaronder opslagtanks, drukvaten, gelaste constructies, algemeen plaat- en ijzergietwerk, mijnuitrustingen, als ook installaties voor gasfabrieken en chemische bedrijven, brandstofbesparingsinstallaties en installaties voor hoogovens en staalbedrijven

Kon. Mij. „De Schelde"

N.V.
Scheepswerf, Machinefabriek en Constructie werkplaatsen te Vlissingen
Opgericht 1875

WIJ LEVEREN OOK:

BUDENHEIM WATERREINIGERS



SMIT SLIKKERVEER

TRAMMOTOREN
68 pk 50 kW uurvermogen bij 770 omw/min. en 550 Volt.

STOOMKETELS

„Alleen-vertegenwoordiging voor Nederland en Indonesië van de bekende stoomketelfabriek „SILLER & Jamart", Wuppertal-Barmen voor geheel gelaste en spanningsvrij gegloeide stoomketels van 2-250 m³ alsmede drukvaten".

IN- EN VERKOOP van Lancashire, Cornwall, Vlampijp- en Waterpijpketels en Drukvaten

*

Alle typen uit voorraad leverbaar

Ingenieurs Bureau S.K.S.

VERTEGENWOORDIGING:
Floris Versterstraat 52, Arnhem
Telefoon no 25423

Kantoor en werkplaats:
Purmerweg 13, Purmerend
Telefoon no K 2990-1031